Vorlesungen über moderne Naturphiloso...

Johannes Wilhelm Classen

Vorlesungen
über moderne Naturphilosophen

Vorlesungen

über

moderne Naturphilosophen

(Du Bois-Reymond, F. A. Lange, Haeckel, Ostwald, Mach, Helmholtz, Boltzmann, Poincaré und Kant)

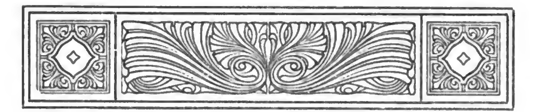
von

Dr. J. CLASSEN
Professor am physikalischen Staatslaboratorium in Hamburg





HAMBURG
Verlag von C. Boysen
1908



VORWORT.

Die nachstehenden Vorlesungen wurden im Wintersemester 1907/1908 unter den von der Hamburger Oberschulbehörde angeordneten Vortragszyklen gehalten. Bei dem großen Interesse, das zurzeit naturphilosophischen Fragen von Laienkreisen entgegengebracht wird und bei den Gegensätzen, die zurzeit hierin noch durcheinanderlaufen, schien es mir zeitgemäß, in meinen sonst nur rein physikalischen Gegenständen gewidmeten Vorlesungen auch auf diese Fragen einzugehen und eine Uebersicht über die wichtigsten zurzeit um den Vorrang ringenden Systeme der Naturphilosophie zu geben. Da aber eine solche Vorlesung notwendig farblos und verwirrend wirken muß, wenn der Vortragende nicht auch durch eigene Mitarbeit an den Problemen einen leitenden Gedankengang in die Aufgabe hineinzubringen vermag, so konnte es nicht ausbleiben, daß ich auch manches eigene, besonders in den letzten Vorlesungen, hinzufügte.

Die Niederschrift der Vorträge erfolgte erst, nachdem dieselben gehalten waren, jedoch im engsten Anschluß an die zugrunde gelegten Dispositionen. Nur in den letzten beiden Vorlesungen bin ich etwas ausführlicher geworden, da es mir hier bei der Wichtigkeit der vor-

getragenen Gedanken auf größte Genauigkeit im Ausdruck und sorgfältigste Darstellung ankam. Auch muß ich gestehen, daß hier einzelne Bemerkungen eine bestimmtere Form dadurch erhielten, daß ich inzwischen, wie ich zu meiner Beschämung sagen muß „erst jetzt“, H. St. Chamberlains „Grundlagen des neunzehnten Jahrhunderts“ gelesen habe.

Das Hauptergebnis, zu dem die letzten drei Vorlesungen hingeführt haben, mag immerhin schon hier ausgesprochen werden. Ich möchte den Satz, den Hertz in der Einleitung zu seiner Mechanik für die Physik ausgesprochen hat, im Hinblick auf die mannigfaltigen, modernen Richtungen von Naturphilosophie für die ganzen Naturwissenschaften als zutreffend bezeichnen. Hertz sagt: „Die gewöhnliche Antwort, welche die heutige Physik auf derartige Angriffe bereit hält, ist diese, daß die Voraussetzungen, von welchen die Betrachtungen ausgehen, metaphysischen Ursprungs seien, daß aber die Physik darauf verzichtet habe und es nicht mehr als Pflicht anerkenne, den Ansprüchen der Metaphysik (der Naturphilosophie. D. Verf.) gerecht zu werden.“ Echte, freie Naturwissenschaft ist nur möglich in völliger Unabhängigkeit von jeder Philosophie, besonders aber jeder Naturphilosophie.

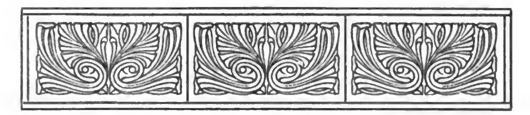
Hauptziel dieser Vorträge, wie auch der Veröffentlichung war, etwas mehr Klarheit in die zurzeit in diesem Gebiete herrschende Verwirrung der Begriffe hineinzubringen. Sollte es mir gelungen sein, auch nur einige Suchende zu bestimmterem Denken und zur Erlangung größerer Klarheit zu führen, so ist der Zweck der Veröffentlichung erreicht.

Hamburg, August 1908.

Classen.

INHALT.





Erste Vorlesung.

Einleitung.
Zwei Denkrichtungen: Descartes und Baco.

Die Naturwissenschaft hat im vergangenen Jahrhundert einen so gewaltigen Aufschwung genommen und hat so außerordentlich viele große Entdeckungen und Erfindungen zu Tage gefördert, daß es leicht zu verstehen ist, daß auch das Interesse des Laien für die Naturwissenschaft in hohem Grade gestiegen ist. Obwohl nun der Siegeslauf der Naturwissenschaft noch lange nicht eine Grenze erreicht zu haben scheint und obwohl es noch lange nicht möglich sein wird, bis in die neuesten Entdeckungen hinein die naturwissenschaftlichen Ergebnisse auch dem Laien in leicht verständlicher Form nahe zu bringen, so zeigt sich doch in den letzten Jahren in rasch zunehmendem Grade, daß das allgemeine Interesse von den rein naturwissenschaftlichen Fragen immer ausgesprochener den naturphilosophischen Fragen sich zuwendet. Diese ganz auffallende Erscheinung zeigt sich nicht nur im allgemeinen Publikum, sondern sie findet auch ganz wesentliche Unterstützung und Förderung durch das Vorgehen

einer ganzen Anzahl von Naturforschern selbst. Das philosophische Interesse, das lange Zeit in den naturwissenschaftlichen Kreisen ganz in den Hintergrund getreten war, bricht überall wieder hervor und findet von den verschiedensten Seiten her seine Vertreter.

Um diese Erscheinung zu verstehen, muß man sich vergegenwärtigen, daß bis vor gar nicht langer Zeit die wesentliche Stärke der Naturwissenschaft in der streng materialistischen Auffassung alles Naturgeschehens zu beruhen schien, nach der alle Vorgänge aus der Materie und ihren Eigenschaften abzuleiten waren. Auf diesem Boden hatte sie Wurzel gefaßt und war in ungeahnter Weise emporgeblüht, und lange Zeit schien es undenkbar, daß an dieser Grundlage jemals wieder gerüttelt werden könnte.

Es sind nicht zum geringsten Teil die neuen Entdeckungen und Fortschritte der Naturwissenschaft selbst gewesen, die mit ihren immer steigenden Anforderungen an die genaue Durchbildung der theoretischen Grundlagen dazu gedrängt haben, auch die ersten Anfänge der Wissenschaft immer aufs neue zu prüfen und immer sorgfältiger zu präzisieren. Die daraus erwachsene kritische Durchmusterung der ersten Anfänge der Naturwissenschaft führte mehr und mehr zu der Einsicht, daß die materialistische Grundanschauung durchaus nicht so eindeutig und unanfechtbar war, wie man vordem vermutete, und damit war denn die Reihe der Fragen aufgerollt, die in immer wachsendem Maße die weitesten Kreise zu interessieren beginnen.

Noch eins kommt hinzu. Wenn auch nicht der wissenschaftliche Materialismus, so hat doch seine populär gemachte Form sich in einen Gegensatz zur Religion gestellt, der für einen, der in tieferem philosophischen Denken nicht geschult ist, leicht zu

einem unversöhnlichen wird. Gar mancher, der sich durch den scharfen, logischen Aufbau der materialistischen Denkweise hat gefangen nehmen lassen und für den dadurch das Weltall zu einem Ablauf von Erscheinungen nach notwendigen Gesetzen auf Grund genau bestimmbarer Eigenschaften der unveränderlichen Materie geworden ist, hat sich zwischen den Forderungen der Religion und den Lehren der Naturwissenschaft vor einem Entweder-Oder gefunden und hat mit der Entscheidung zugunsten der letzteren die Religion als überwunden gehalten. Die Konsequenzen, die von sehr vielen aus der materialistischen Grundlage gezogen worden sind, haben in der Tat einen scheinbar unversöhnlichen Gegensatz zwischen Naturwissenschaft und Religion herbeigeführt und dadurch ganz besonders die weitesten Kreise für den Kampf zwischen den Gegensätzen interessiert.

Wenn jetzt aus wissenschaftlichen Kreisen selbst von den verschiedensten Seiten Stimmen laut werden und betonen, daß die alte materialistische Grundlage der Naturwissenschaft nicht unanfechtbar ist, daß sie einer Nachprüfung bedarf und vielleicht im eigensten Interesse der Naturwissenschaft selbst ganz anders aufzufassen ist, als die voreilige Popularisierung verbreitet hat, so muß dadurch das Interesse aller Laienkreise auf das lebhafteste mitbetroffen werden, denn es ist ja nun einmal zu allen Zeiten so gewesen, daß alle Fragen, die jenes geheimnisvolle und einzigartige Empfinden in uns betreffen, das die Quelle aller Religion bildet und von dem niemand ganz frei ist, die Gemüter der Menschen am tiefsten ergreifen und am leidenschaftlichsten erschüttern.

Hierdurch mag es genügend gerechtfertigt erscheinen, einmal in einer kurzen Reihe von öffentlichen Vor-

lesungen auf die verschiedenen, zurzeit nebeneinander um Anerkennung ringenden naturphilosophischen Richtungen einzugehen und auseinanderzusetzen, welche Auffassungen sich gegenüberstehen und aus welchen Grundanschauungen sich diese entwickelt haben. Die Aufgabe ist allerdings leichter gestellt als gelöst, denn das Eine muß leider auch jetzt noch vorausgeschickt werden: sobald von philosophischen Fragen die Rede ist, scheint das gegenseitige Sichverstehen selbst ausgezeichneter, wissenschaftlicher Denker einfach aufzuhören. Der Eine hält gerade das für das einzig Richtige, was der andere für den größten Unsinn erklärt; das ist schon vor hundert Jahren so gewesen und scheint heute, wenn man einen Blick auf die philosophische Literatur unserer Zeit wirft, noch genau ebenso zu sein.

In philosophischen Kreisen wird heute wieder in besonderem Maße Kants kleine Schrift „Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können“ als ausgezeichnete Einführung und Vorbereitung für philosophisches Denken empfohlen. Eine Arbeit von Prof. Edm. König, „Kant und die Naturwissenschaft“, erschienen in der bekannten Sammlung naturwissenschaftlicher und mathematischer Monographien „die Wissenschaft“, weist in klarer und überzeugender Weise nach, welche Bedeutung die Kantschen Gedankenwege auch heute noch für die Naturwissenschaft haben können und wie gerade moderne Naturphilosophen sich manche vergebliche Arbeit sparen könnten, wenn sie mit Kants Arbeiten sich vertraut machen würden. Demgegenüber finden wir in der großen naturphilosophischen Richtung, die sich an Machs Namen anschließt und der heute wohl der Zahl nach die meisten Vertreter der Naturwissenschaft sich anschließen, eine völlige Ablehnung gegen die Kantschen Ideen. Es geht dies so

weit, daß in einer Schrift aus diesem Lager*) der Satz gefunden wird: „Der traurige Niedergang der Philosophie, das Wiedererstarken der mechanischen Naturansicht und des Materialismus, der erbitterte Kampf zwischen Naturwissenschaft und Philosophie, das alles wäre nicht gekommen, wenn die Denkerreihe Locke, Berkeley, Hume statt Kants zur ersten Macht gelangt und mit dem Eifer studiert worden wäre, den man den Schriften des Königsberger Philosophen widmete. . . . . Für uns kann es keine Erkenntnistheorie im Kantschen Sinne geben."

Als ein drittes Werk aus der neueren philosophischen Literatur sei noch das philosophische Lesebuch von Frischeisen-Köhler „Moderne Philosophie" hier erwähnt. In diesem finden wir durch alle Gebiete philosophischer Fragen hindurch von den bedeutendsten Vertretern Abschnitte vorgeführt, derart, daß jedesmal der einen Aeußerung die des Gegners gegenübergestellt ist, die den ersteren widerlegt oder doch wenigstens gerade das Gegenteil von dem für richtig hält, was jener auseinandergesetzt hatte.

Die Zahl derartiger Widersprüche in der gegenwärtigen philosophischen Literatur könnte leicht noch um beliebig viele vermehrt werden, und es erscheint danach wenig erfreulich, sich in dieses Wirrsal der Anschauungen hineinzuwagen; auch scheint nur wenig Aussicht vorhanden zu sein, wenn man schließlich hindurchgedrungen ist, daß man dann klüger geworden ist als vorher. Wenn ich es dennoch wage, in diesen Vorlesungen zu berichten über das, was ich davon zu verstehen meine, so geschieht es in der Absicht, vor allem klarzustellen, daß man über viele dieser Dinge ver-

*) Joseph Petzoldt: Das Weltproblem vom positivistischen Standpunkte aus.

schiedener Ansicht sein und bleiben kann, ganz seiner individuellen Anlage nach, über die wir niemals ganz hinauskommen.

Es gibt ganz besonders zwei entgegengesetzte Denkrichtungen, von denen aus man die Probleme anfassen kann; beide haben sicher ihre Berechtigung, aber je nachdem man von der einen oder andern Seite herkommt, wird man stets ganz verschiedene Ergebnisse erhalten. Wir gewinnen eine sehr deutliche Vorstellung von diesen Grundgegensätzen, wenn wir zunächst als Einleitung einmal zurückblicken auf die Anfänge der sogenannten neueren Philosophie überhaupt. Da diese schon aus zwei ganz verschiedenen Quellen, deren bedeutendste Vertreter Descartes und Baco sind, einen zwiefachen Anfang nimmt, die dann über Spinoza, Leibniz, Wolf auf der einen Seite, und über Locke, Berkeley, Hume auf der andern Seite sich fortsetzen, so wird ein kurzer Rückblick auf die Systeme Descartes' und Bacos uns am unmittelbarsten die Wurzel des Gegensatzes veranschaulichen.

Descartes und Baco waren Zeitgenossen; die Hauptwerke beider erschienen im Anfange des 17. Jahrhunderts, also zu einer Zeit, als nach der Überwindung der erstarrten Formen der mittelalterlichen Scholastik ein neuer Frühling für das selbständige Denken unter den Völkern Europas zu erwachen schien. Beide Denker sind sich gleich in der Erfassung der Aufgabe, die wissenschaftliche Forschung auf eine neue, selbständige Grundlage zu stellen, so daß sie frei wird von den Irrtümern der Überlieferung und der Vorurteile und in klarer und einwandfreier Weise den sicheren Weg zum Fortschritt finde. Und doch, wie verschieden lösen sie ihre Aufgabe!

Descartes, der Franzose und Mathematiker, strebt vor allem nach klarer und vollkommener Erkenntnis und setzt dementsprechend der Wissenschaft als Ziel

die Auffindung der reinen und ungetrübten Wahrheit. Eine Erkenntnis gilt ihm aber nur dann als vollkommen klar und unanfechtbar, wenn sie die zwingende Evidenz der mathematischen Sätze besitzt. Die Mathematik ist ihm das Vorbild für jede Wissenschaft, und ihre Sicherheit will er auch für die philosophischen Schlüsse erreichen. Nachdem er daher alle hergebrachten Lehrmeinungen als unklar und nicht genügend scharf beseitigt hat, baut er sein System von Grund aus neu auf.

Es ist leicht zu übersehen, daß auf diesem Wege das Gebiet der Naturerkenntnis für den Mathematiker nur dann eine befriedigende Lösung finden kann, wenn alle Sätze der Naturwissenschaft auf mathematische Form gebracht werden. So entsteht bei Descartes die Forderung, daß alle Vorgänge in der Natur mechanisch erklärt werden müssen, und er ist wohl der erste, der ganz konsequent das Naturganze als einen großen Mechanismus angesehen wissen will, weil nur so eine mathematisch klare Einsicht in alle Erscheinungen möglich ist; auch die lebenden Wesen will er als Maschinen angesehen wissen. Descartes ist mit dieser Forderung das Vorbild für einen großen Teil der späteren Naturwissenschaft geworden, denn die theoretische Physik unserer Zeit kann man als die direkte Fortsetzung Descartes'scher Ideen ansehen.

Ganz anders ist Bacos Auffassung der Aufgabe der Naturwissenschaft. Baco, der praktische Engländer, hat gesehen, wie die Menschen vorwärts gekommen sind durch Handel und Schiffahrt; die Beherrschung der Meere und die Entdeckung neuer Länder hat reichen Segen für die beteiligten Völker gebracht, und die Mittel zu diesen Fortschritten waren geboten durch Erfindungen, die dem Menschen ermöglichten, den Gefahren zu begegnen und sie zu überwinden. Baco will nun den Menschen die Mittel an die Hand geben, diesem Wege,

den sie bisher nur, planlos tastend und durch Mißerfolge gestört, langsam vorwärts schritten, sicher und in gerader Linie zu folgen. Dazu soll die Wissenschaft dienen, der von Baco die Aufgabe gestellt wird, die Natur kennen zu lernen, so wie sie ist, um aus der Kenntnis des Ablaufes von Vorgängen in einem Falle den Ablauf eines Ereignisses in einem ähnlichen Falle vorauswissen zu können. Dadurch würde der Mensch planmäßig zu neuen Erfindungen gelangen und durch diese zu immer größerer Beherrschung der Natur. Die Naturwissenschaft, die auf dieser Grundlage entstehen soll, hat vor allen Dingen die Natur ohne irgendwelche vorgefaßte Meinung zu beobachten und die Beobachtungen durch das Experiment zu wiederholen und zu vervielfachen. Die Mathematik ist ihr durchaus nicht ein Vorbild und Muster, sondern nur ein für viele Fälle nützliches Werkzeug. Durch das Hülfsmittel des Experiments und der Analogien hat die Naturwissenschaft zu den gesetzmässigen Abhängigkeiten zwischen den Dingen vorzudringen und allmählich immer weitere Gebiete mit ihren Untersuchungen zu umfassen und in Zusammenhang zu bringen.

Auch diese Richtung in der Naturwissenschaft ist bis auf unsere Zeit vorbildlich geblieben und findet ihre Nachfolge in allen Experimentalwissenschaften, der Experimentalphysik selbst und besonders in den Zweigen der Naturwissenschaft, die der theoretischen Physik unzugänglich sind.

Aber Descartes und Baco wären nicht Philosophen gewesen, wenn ihre Arbeit sich in der Begründung und Formulierung der Aufgaben und Methoden der Naturwissenschaft erschöpft hätte. Das gerade unterscheidet den Philosophen vom Naturforscher, daß er weiter hinaus will, daß der Gesichtskreis der Natur allein ihm nicht genügt. Von jeher sind es drei Fragen gewesen, die die

Gemüter der Menschen beschäftigt haben, von denen aber nur die erste von der Naturforschung berührt wird. Die drei Fragen lauten:

Was kann ich wissen?
Wie soll ich handeln?
Was darf ich hoffen?

Erst das Eingehen auf diese drei Fragen macht den Denker zum Philosophen und führt zu dem, was wir heute so gern unter dem Worte Weltanschauung begreifen.

Die beiden Genannten, Descartes und Baco, haben sich denn auch mit der Beantwortung der beiden letzten Fragen beschäftigt; aber während sie der Naturwissenschaft zwar verschiedene Methoden und Ziele gesetzt haben, zeigt die gegenwärtige Naturwissenschaft, daß hier beide Wege berechtigt sind, sie schließen sich nicht aus, sondern sind berufen, sich gegenseitig zu fördern und zu unterstützen. Sobald sie jedoch den Fragen der Ethik und Religion sich zuwenden, so zeigt sich — weil sie von ganz verschiedenen Grundanschauungen ausgehen — daß sie auf diesen Gebieten zu ganz unversöhnlichen Gegensätzen gelangen.

Descartes unternimmt es, seine mathematische Methode auf das Ganze, der menschlichen Forschung und Fragestellung sich Entgegenstellende auszudehnen, wobei sie dann allerdings zu einer rein logischen Methode wird, da er Begriffe hineinzieht, die nicht mehr mathematisch definiert sind. So leitet Descartes aus dem Begriff des vollkommenen Wesens seine Existenz und damit das Dasein Gottes als vollkommensten Wesens ab. Die Welt ist ein Ausfluß Gottes und erscheint in zwei Formen, der Ausdehnung oder der körperlichen Welt und der Welt der denkenden Geister, das ist die geistige Seite des Menschen. Beide stehen in Abhängigkeit von einander, die Körper beeinflussen den Geist und dieser

vermag auf jene zu wirken. Was sie beide verknüpft und was den Geist immer wieder hemmt, zur klaren und ungetrübten Erkenntnis vorzudringen, das ist das, was ihn an das Körperliche fesselt, nämlich die Leidenschaften. Daraus entspringt für Descartes als Aufgabe der Ethik: sie soll lehren, die Leidenschaften zu beherrschen, um den Geist zu der ihm gebührenden Freiheit im Denken zu führen.

Ganz anders Baco. Auch er erkennt die Existenz Gottes an und sieht Gott sich in der Natur offenbaren. Die Welt erscheint ihm als Abbild Gottes. Die Lehren der Religion sind ihm Erkenntnisse durch die Offenbarung Gottes. Dafür ist bei ihm aber die Beantwortung der Frage der Ethik ganz unabhängig von der Erkenntnis Gottes, und hier erst offenbart er sich wieder ganz treu seiner eigentlichen Denkrichtung. Die Ethik ist bei ihm die Lehre von der Erziehung zum Guten, und das Gute wird definiert als das Gemeinnützige.

Wir sehen also, daß beide gerade in den Fragen, die ins praktische Leben eingreifen, z. B. in der Frage nach der Erziehung zum richtigen Handeln, auf durchaus verschiedene Grundsätze herauskommen. Darin stimmen sie freilich überein, daß sie die Frage: Wie soll ich handeln? zurückführen auf die Art der Beantwortung der ersten: was kann ich wissen? Aber da sie gerade die erste ganz verschieden anfassen und lösen und dadurch beweisen, daß man sie mit Erfolg ganz verschieden anfassen kann, so ergibt sich, daß sie in Fragen der Ethik niemals mehr zu einer Einigung kommen können und sich über Moral und ebensowenig über Religion überhaupt nicht mehr verstehen können.

Genau ebenso wird es aber immer ergehen, wenn man die Beantwortung der zweiten und dritten der philosophischen Grundfragen abhängig macht von der

Art der Beantwortung der ersten, und wenn bei dieser ersten die beiden gezeichneten, großen Gegensätze unversöhnt nebeneinanderstehen. Darin liegt wohl der Hauptgrund, weswegen so oft scharfsinnige Denker in diesen philosophischen Fragen sich gegenseitig völlig unverständlich bleiben. Nur ein einziges Mal scheint in der Philosophie der Versuch gewagt zu sein, die zweite und dritte Frage unabhängig von der ersten zu beantworten, wir werden in der letzten Vorlesung näheres darüber hören. Bis dahin soll uns die immer wiederholte Vergegenwärtigung der genannten beiden Grundrichtungen als Leitfaden bei der Besprechung der verschiedenen naturphilosophischen Weltanschauungen dienen.



Zweite Vorlesung.

Der wissenschaftliche Materialismus.

Das erste und zugleich das am weitesten durchgebildete, rein naturwissenschaftliche System einer Philosophie ist dasjenige des wissenschaftlichen Materialismus, das, wie bereits in der ersten Vorlesung erwähnt, in der Mitte des vorigen Jahrhunderts ziemlich allgemein anerkannt war und jedenfalls die unbedingte Vorherrschaft gegenüber anderen Auffassungen innehatte. Wollen wir den Kern dieses Systems kennen und würdigen lernen, so müssen wir uns vergegenwärtigen, daß der wissenschaftliche Materialismus durchaus mathematisch, deduktiver Natur ist, und daß daher von den beiden entgegengesetzten, in voriger Vorlesung charakterisierten Denkrichtungen die Descartessche Methode allein zum Verständnis seiner besonderen Natur in Frage kommen kann. In der konsequenten Anwendung dieser Methode liegt seine große Stärke, zugleich aber auch seine Beschränkung.

In der Tat, wollen wir die Descartessche Idee, nur die vollkommen mathematisch klare Erkenntnis gelten zu lassen, für die Naturwissenschaft rein durchführen, so müssen wir zunächst einmal feststellen, was sich mathematisch darstellen läßt. Die mathematischen Gleichungen stellen stets irgend welche Beziehungen zwischen Größen dar, und zwar zumeist zwischen einfachen Zahlen-

größen. Es kann aber durch Definition von vornherein festgesetzt sein, daß gewisse Zahlen in unseren Gleichungen die Maßzahlen sein sollen für die Abmessungen bestimmter räumlicher Größen. Descartes selbst ist der Erfinder der Methode, die uns in den Stand setzt, mit Hülfe mathematischer Gleichungen nicht nur beliebige Kurven im Raum, sondern auch jede Bewegung räumlich ausgedehnter Körper vollständig genau darzustellen; es ist das die Methode der analytischen Geometrie, die für die Naturwissenschaft von unermeßlichem Werte geworden ist und der an Bedeutung nur noch die Differentialrechnung an die Seite gestellt werden kann. Das Verfahren, dessen sich die Naturwissenschaft bedient, um mathematische Klarheit in ihren Sätzen zur Anwendung zu bringen, wollen wir uns zunächst einmal an einigen ganz einfachen Beispielen vergegenwärtigen.

Wir beobachten das Fallen eines Steines. Diesen Vorgang können wir beliebig oft in gleicher Weise sich wiederholen lassen, und wir können durch Abänderung der Versuchsbedingungen, zum Beispiel der Fallhöhen, die Einzelheiten desselben zahlenmäßig feststellen. So werden wir beobachten können, daß die Fallhöhen stets proportional sind dem Quadrate der zum Fallen erforderlichen Zeit, so daß also in der doppelten oder dreifachen Zeit Fallräume von der vierfachen bezw. neunfachen Größe zurückgelegt werden. Man kann diese Beobachtung in der mathematischen Gleichung zur Darstellung bringen $s = ct^2$, wenn s die Fallhöhe, t die Fallzeit und c irgend einen konstanten Zahlenfaktor bedeutet, dessen Größe lediglich von dem Maßstabe abhängt, mit dem die Fallhöhe und die Zeitdauer in Zahlen ausgedrückt sind.

Diese Gleichung sagt nun dem Mathematiker bereits alles, was wir an dem fallenden Stein beobachten können.

Man kann dieselbe noch in mannigfacher Weise umgestalten, man kann noch die Begriffe der Geschwindigkeit und Beschleunigung durch Definition festsetzen und mit in die entsprechend veränderte Gleichung einführen. Dadurch gewinnt man neue Gesichtspunkte für das leichtere Ueberblicken der besonderen Eigentümlichkeiten dieser Fallbewegung; aber alles, was man hinzufügt, ist im Grunde genommen schon vollständig in der einen ursprünglichen Gleichung enthalten. Diese allein enthält schon alles tatsächlich an der Erscheinung Festzustellende.

Ein zweites Beispiel sei folgendes. Kepler beobachtete mit unermüdlicher Ausdauer die Bewegung der Sonne und der Planeten am Himmelsgewölbe. Er fand, wenn man den Gedanken des Copernikus annimmt, daß die Sonne feststeht und die Erde sich um die Sonne in einem großen Kreise herumbewegt, daß dann auch die Bewegungen der Planeten sich besonders einfach übersehen lassen, wenn man annimmt, daß sie sich in Ellipsen bewegen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. Die drei nach ihm genannten Gesetze beschreiben in der Tat die Bewegungen der Planeten vollständig; kleidet man sie in die Form der analytischen Geometrie, so setzen sie uns in den Stand, die Stellung eines jeden Planeten am Himmel zu jeder beliebigen Zeit genau vorauszuberechnen, und damit ist alles geleistet, was wir am Himmelsgewölbe tatsächlich feststellen können. Auch hier kann man unter Heranziehung der durch die Mathematik bekannten Eigenschaften der Ellipse und unter Zuhülfenahme der Begriffe Geschwindigkeit und Beschleunigung noch eine Menge besonderer Eigenschaften der Planetenbewegung ermitteln, die uns die Eigentümlichkeit dieser Bewegung deutlicher und anschaulicher machen; aber alle diese Besonderheiten folgen mit mathematischer

Selbstverständlichkeit aus der einmal erfahrungsgemäß festgestellten Gültigkeit der Keplerschen Gesetze. Die mathematische Formulierung dieser Gesetze selbst, wie Kepler es ausgeführt hat, ist der wirkliche naturwissenschaftliche Inhalt unserer Kenntnis von der Planetenbewegung; alles weitere ist nur eine geänderte Betrachtung dieses einen Inhalts von verschiedenen Gesichtspunkten aus.

Als drittes Beispiel sei noch ein solches aus einem ganz anderen Gebiete angeführt. Wenn ein Lichtstrahl auf eine glatte Wasseroberfläche fällt, so beobachten wir, daß er im Wasser eine andere Richtung nimmt als in der Luft. Wir können den Winkel messen, unter dem er die Wasseroberfläche erreicht, und auch den, unter dem er die Oberfläche im Innern des Wassers verläßt. Diese Messungen können wir für sehr viele verschiedene Richtungen der einfallenden Lichtstrahlen wiederholen, und, wie Snellius gezeigt hat, findet sich dann eine bestimmte mathematische Beziehung zwischen dem Einfallswinkel und dem Austrittswinkel immer erfüllt. Wenn a und b diese beiden Winkel sind, so läßt sich diese Beziehung in der Gleichung schreiben: $\sin a : \sin b = \text{const.}$ Diese Gleichung zeigt sich aber nicht nur beim Wasser erfüllt, sondern auch bei allen andern Körpern, nur daß der Zahlenwert der Konstanten auf der rechten Seite für die verschiedenen Körper verschieden ist. Sind diese Konstanten experimentell bestimmt, so enthält obige Gleichung wieder alles, was wir über den Übergang der Lichtstrahlen aus einem Medium in ein anderes wissen. Wie fruchtbar die rein mathematischen Konsequenzen aus dieser einen Gleichung sind, übersieht man, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die ganze geometrische Optik, die Berechnung der Linsen für Fernrohre und

Mikroskope, eine Folge aus der Anwendung dieser Gleichung ist.

Diese wenigen Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie in der Tat die Naturwissenschaft dadurch, daß sie die unmittelbaren Beobachtungen auf mathemathische Gleichungen bringt, ein außerordentlich wertvolles Hilfsmittel erhält, um eine große Fülle weiterer Erkenntnisse mit mathematischer Evidenz herzuleiten. Man kann diese Tätigkeit der Naturwissenschaft nicht besser kennzeichnen als dadurch, daß man sagt, sie gibt eine mathematische Beschreibung der beobachteten Erscheinungen.

Aber der philosophische Materialismus will mehr; er will nicht nur eine Beschreibung der Tatsachen geben, sondern er hat es sich als Ziel gesetzt, diese auch zu erklären, das heißt, er will auch die Gründe angeben können, warum die Vorgänge in der Natur so verlaufen, wie die mathematische Beschreibung sie uns darstellt. Wenn wir in dieser Problemstellung einen Sinn finden wollen, so müssen wir erst einmal feststellen, was denn in obigen Beispielen noch einer weiteren Erklärung fähig ist und daher noch ihrer bedürfen kann.

Denken wir an den fallenden Stein; wir sehen einen Körper sich bewegen und wir sehen die Bewegung immer schneller und schneller werden, je weiter der Körper sich schon bewegt hat. Oder denken wir an die Bewegungen der Planeten; auch hier bewegen sich Körper im Raume, aber ihre Bahn ändert ihre Richtung und krümmt sich zur Ellipse und zugleich ändert sich auch die Geschwindigkeit in dieser Bahn. Was kann hier noch weiter erklärt werden? Die Tatsache, daß ein Körper überhaupt sich bewegt, das heißt seinen Ort ändert, oder nur, daß die Größe der Bewegung selbst

nicht immer die gleiche ist? Der Materialismus findet eine Entscheidung zwischen diesen Fragen, indem er Newtons Prinzipien der Bewegung anerkennt.

Das erste der drei Newtonschen Prinzipien lautet: „Ein Körper beharrt in seinem Zustande der Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit in gerader Bahn, wenn nicht besondere Ursachen hinzukommen, die ihn zu einer Änderung seiner Bewegung zwingen". Der Sinn dieses Satzes ist folgender: Wenn ein Körper in gleichförmiger Bewegung sich befindet, so bedarf die Tatsache dieser Bewegung keiner weiteren Erklärung; es wäre falsch, in diesem Falle noch nach einer Ursache zu fragen. Die philosophische Rechtfertigung dieses Satzes, bei der auch der wissenschaftliche Materialismus Halt macht, ist diese: Wir können die Bewegung eines Körpers nur feststellen durch Wahrnehmung seiner Ortsveränderung gegenüber anderen Körpern, die wir als unbewegt denken; in Wahrheit können wir aber nie feststellen, ob diese anderen Körper wirklich in Ruhe sind. Die Bewegungen der Billardkugeln im Spielzimmer eines ruhig fahrenden Ozeandampfers erscheinen uns genau so, wie wenn wir auf dem Festlande dem Laufe der Kugeln mit unseren Blicken folgen, und doch wissen wir, daß im ersten Falle das ganze Billard mit allem, was darauf sich bewegt, an der Fahrtgeschwindigkeit des Dampfers teilnimmt. Aber auch im zweiten Falle brauchen wir nur an die Lehre des Copernikus zu denken, um uns bewußt zu werden, daß auch in diesem Falle das Billard an der Drehung der Erde mit teilnimmt und zugleich mit großer Geschwindigkeit mit der ganzen Erde im Weltenraum herumgeführt wird. Wir können daher nie sagen, daß die Bewegung, die wir an einem Körper gerade wahrnehmen, seine wirkliche Bewegung ist; er kann vielmehr im Raume selbst ruhen und uns

nur deshalb als bewegt erscheinen, weil wir uns gerade in entgegengesetzter Richtung in Bewegung befinden. Wenn es uns aber nun einmal nicht gegeben ist, die absolute Ruhe eines Körpers im Raume festzustellen, so haben wir auch kein Recht, einen Unterschied zwischen der Ruhe und der geraden, gleichförmigen Bewegung zu machen. Damit wird die Frage nach der Ursache der einfachen Bewegung hinfällig, denn sie würde eine Frage nach dem Grunde eines Unterschiedes sein, wo wir eine Unterscheidung in Wirklichkeit nicht durchführen können. Diese Tatsache ist in dem ersten der Newtonschen Prinzipien zum Ausdruck gebracht.

Wenn demnach die Bewegung selbst keiner weiteren Erklärung bedarf, so liegt es anders, wenn wir sehen, daß eine Bewegung sich ändert. Um für die Bewegungsänderungen eine Erklärung geben zu können, benutzt der Materialismus das zweite der Newtonschen Prinzipien. Dieses lautet: „Jede Änderung der Größe der Bewegung ist proportional der wirkenden Kraft und erfolgt in der Richtung der Kraft“. Hier wird ein neuer Begriff in die Naturwissenschaft eingeführt, es ist das der Begriff der Kraft, und in diesem Begriff sollen wir die Erklärung für die Bewegungsänderung finden. Das kann nur den Sinn haben, daß uns durch die Vorstellung einer wirkenden Kraft eine Änderung in der Bewegung eines Körpers verständlicher wird, als wenn wir nur die Tatsache der Bewegung in ihren verschiedenen Stadien durch die Beobachtung feststellen. Dem ist auch in der Tat so, und zwar aus einem rein subjektiven, oder wie man sich auch wohl ausdrückt, anthropomorphen Grunde. Wir wissen aus unserer gemeinen Erfahrung, daß wir durch Anwendung unserer Muskelkraft andere Körper in Bewegung setzen können. Wir wissen auch, daß wir einer größeren Kraftanstrengung bedürfen, um zum Bei-

spiel einer Kegelkugel eine größere Geschwindigkeit zu geben, als wenn wir uns mit geringerer Geschwindigkeit begnügen. Diese Tatsache, daß bei den von uns in Bewegung gesetzten Körpern die von uns empfundene eigene Kraft die Ursache der Bewegung ist, übertragen wir in die Naturvorgänge selbst und glauben, daß in den Fällen, wo neue, von uns unabhängige Bewegungen im Bereiche unserer Beobachtung auftreten, auch Kräfte die Ursache sein müssen; in der Natur selbst müssen außer unseren, uns eigenen Kräften noch andere Kräfte vorkommen. Da wir diese jedoch nicht wie unsere eigenen selbst empfinden können, so können wir ihre Größe nur an ihrer Wirkung messen. Daher stellt Newton den Satz auf: Die Größe der neu auftretenden Bewegung ist das Maß der wirksamen Kraft.

Diese Zurückführung auf eine Kraft als Ursache ist aber unvollständig, solange nicht festgestellt ist, wie die Größe der Bewegung zu messen ist. Die Definition, die Newton hierfür gibt, folgt wieder genau der gemeinen Erfahrung. Wir wissen, daß nicht nur die größere Geschwindigkeit der Kegelkugel, sondern auch ihr größeres Gewicht größere Kraft zur Erzeugung der Bewegung erfordert. Die Bewegung als Ganzes muß daher gemessen werden sowohl durch die Geschwindigkeit als auch durch die Masse des in Bewegung gesetzten Körpers. Das Produkt Masse mal Geschwindigkeit nennt Newton die Bewegungsgröße. Aber noch ein drittes trägt zur Entstehung der Bewegung bei; es ist nicht dasselbe, ob wir mit der Hand der Kegelkugel einen kurzen, kräftigen Antrieb geben, oder ob wir mit der gleichen Kraft möglichst lange noch hinter der Kugel herdrücken. In letzterem Falle erhalten wir eine viel größere Geschwindigkeit. Wenn dieselbe Bewegung das eine Mal durch eine nur sehr kurz wirkende Kraft, das andere Mal durch eine

länger nachwirkende Kraft hervorgerufen wird, so muß im ersten Falle, um dasselbe Ergebnis zu erzielen, eine viel größere Kraft wirken. Demnach ergibt sich auf Grund der Newtonschen Festsetzungen als vollständiges Maß der Kraft der Quotient aus der Bewegungsgröße dividiert durch die Zeit, während der die Kraft gewirkt hat. Diese Größe ist aber identisch mit dem, was die mathematische Beschreibung auch als das Produkt aus der Masse des Bewegten und der Beschleunigung darstellt.*)

Damit ist der Begriff der Kraft so definiert, daß er in die mathematische Darstellung der Vorgänge aufgenommen werden kann, und der Inhalt der mathematischen Sätze kann damit in vielen Fällen mit kürzeren Worten und übersichtlicher ausgesprochen werden. Was ist damit gewonnen? Für die reine Naturwissenschaft nichts! Denn der Umfang der Tatsachen, die wir von der Natur kennen, wird um nichts vermehrt; dieser ist schon in der mathematischen Beschreibung erschöpft; der neue Begriff bringt hierin nur eine formelle Bequemlichkeit. Aber der wissenschaftliche Materialismus will nicht nur Naturwissenschaft sein, er ist auch ein philosophisches System. Als solches geht er über die Naturwissenschaft hinaus und fragt nach Gründen für das Beobachtete.

---

*) Bei dieser Darstellung der Newtonschen Prinzipien wird allerdings außer dem Kraftbegriff auch noch der Begriff der Masse als durch die gemeine Erfahrung bekannt vorausgesetzt. Neuere, besonders durch Mach angeregte Diskussionen haben gezeigt, daß hierdurch noch eine gewisse Unklarheit in den Grundlagen geblieben ist. Nachdem aber Boltzmann in seiner Darstellung der Mechanik gezeigt hat, daß diese sich durch vorsichtige Formulierung der ersten Definitionen beseitigen läßt, ohne den wesentlichen Sinn der Newtonschen Mechanik zu beeinflussen, soll auf diese subtileren Fragen hier nicht näher eingegangen werden, zumal der Laie leicht zugeben wird, daß tatsächlich der Massenbegriff ebenso wie der Kraftbegriff schon im täglichen Leben vor Begründung der Wissenschaft vorgefunden wird.

In dieser Hinsicht ist aber das zweite Newtonsche Prinzip ein großer Schritt vorwärts. Denn, sollen wir für irgend etwas einen Grund angeben, so können wir das niemals anders als, indem wir auf das Unbekannte die Begriffe, die wir uns anderswoher erworben haben, und die uns schon geläufig geworden sind, übertragen und damit das Unbekannte in den Bereich des schon Begriffenen aufnehmen. Genau das gleiche tut aber der Materialismus mit der Anerkennung des zweiten Newtonschen Prinzips, denn er glaubt eben, daß in diesem Hineintragen des uns schon vor dem Beginn der wissenschaftlichen Forschung geläufigen Kraftbegriffes in die Natur die für uns allein richtige Erklärung der Bewegungsänderung erblickt werden kann.

Bei dieser Auffassung des Materialismus wird nun in der Annahme des Kraftbegriffes in der Tat mehr erreicht, als die einfache mathematische Darstellung der Vorgänge enthält. Der fallende Stein erscheint uns jetzt von einer konstanten Kraft zur Erde hingezogen; diese Kraft sehen wir als die dauernd bestehende Ursache an, die stets in Wirkung tritt, sobald dem Stein die Möglichkeit zum Fallen gegeben ist, die wir aber auch als vorhanden annehmen, wenn wir ihre Wirkung nicht wahrnehmen, z. B. wenn der Stein auf der Erde liegt. Ebenso besteht zwischen der Sonne und den Planeten eine Kraft; diese Kraft ist eine dauernde Eigenschaft der Himmelskörper, die wir auch als bestehend annehmen, wenn es möglich sein sollte, einen Planeten festzuhalten, und die nach dem Loslassen des Planeten diesem eine neue, von der bisherigen abweichende Bewegung erteilen würde. Der Glaube an die Richtigkeit dieser Vorstellung ist in der Tat mehr, als in den mathematischen Gleichungen allein enthalten ist.

Es ist wichtig, zu beachten, daß dieser Begriff der Kraft der einzige neue Begriff ist, den der Materialismus in sein System aufnimmt, aus dem Grunde, weil dieser Begriff, entsprechend der Idee Descartes', der einzige der uns aus dem täglichen Leben geläufigen Begriffe ist, für den eine vollkommen klare mathematische Definition möglich ist. Aber auch nur in der einen Newtonschen Form wird der Kraftbegriff zugelassen, als Ursache meßbarer Bewegung. Dafür ist das dritte der oben angeführten Beispiele ein Zeugnis. Auch hier könnte man von der „brechenden Kraft" sprechen, die den Lichtstrahl von seiner Richtung ablenkt, aber diese Kraft wäre nur bestimmt als eine mathematische Beziehung zwischen zwei Richtungen, also zwischen rein geometrischen Größen; daher würde diese Anwendung des Kraftbegriffes nur Wortspielerei sein und keine Erklärung im Sinne des Materialismus. Ganz richtig suchte daher Newton die fehlende Erklärung darin, daß er den Lichtstrahl als eine Menge bewegter Körperchen ansah, auf die beim Übergang in ein anderes Medium eine bewegende Kraft einwirkt. Die einzige Form einer Erklärung, die der Materialismus zuläßt, ist stets die Zurückführung auf die Bewegung von Massen, die unter dem Einfluß von Kräften stehen.

Das System wird jedoch erst vollständig, wenn wir nun auch das dritte der Newtonschen Prinzipien hinzunehmen; dieses lautet: „Wenn zwei Körper aufeinander bewegende Kraft ausüben, so sind stets Wirkung und Gegenwirkung einander gleich". Hiermit ist gesagt, daß die Bewegungsgrößen, die in den beiden Körpern durch ihre Wechselwirkung aufeinander entstehen, beiderseits gleich groß sein sollen. In der Tat, denken wir uns zwei Körper isoliert im Raum in Wechselwirkung aufeinander; wir sehen eine Bewegung der

Körper relativ zu einander entstehen. Können wir dann sagen: der eine Körper bleibt ruhen, der andere bewegt sich? oder: der eine erhält eine stärkere Bewegung als der andere? Nach der Betrachtung, die zur Begründung des ersten Prinzips führte, offenbar nicht. Alles, was wir feststellen können, ist, daß die Körper sich relativ zu einander bewegen. Wir haben keinen Grund, einen Körper vor dem anderen zu bevorzugen, und dadurch kommen wir notwendig dazu, auch das dritte der Newtonschen Prinzipien anzuerkennen.

Die Annahme der drei Newtonschen Prinzipien in der oben besprochenen Form bildet die erste Grundlage des wissenschaftlichen Materialismus, aber dies ist noch nicht die einzige. In seiner klassischen Form, in der er in der Mitte des vorigen Jahrhunderts seinen Höhepunkt erreichte, finden wir noch eine zweite, wesentliche Annahme; es ist dies die Forderung, daß alle Körper in der Natur in letzter Instanz aus kleinsten Elementarteilchen unveränderlichen Charakters zusammengesetzt sind, die als die von einander im Raume getrennten Atome mit Newtonschen Kräften einander Bewegung erteilen. Diese Einfügung der atomistischen Vorstellungsweise aller Materie in sein System macht erst das Bild von der Art seines Schaffens und seiner Erfolge zu einem vollständigen. In diesem zweiten Punkte ist die Astronomie die Lehrmeisterin des Materialismus gewesen. Die großen Erfolge, die die Einführung der Gravitationskraft in allen astronomischen Betrachtungen herbeigeführt hat, haben die Idee fassen lassen, daß das, was sich dort so außerordentlich glänzend bewährt hat, auch in die Welt des Kleinsten hinein den richtigen Weg zeigen wird, und daher sieht man den Materialismus dem Ideale nachstreben, die vollständige astronomische Kenntnis der Atome und ihrer Bewegungen zu erringen.

Es ist nützlich, bei der Beurteilung des wissenschaftlichen Materialismus sich jederzeit gegenwärtig zu halten, daß seine beiden Grundlagen, die Annahme des Kraftbegriffes und der Atomistik, aus subjektiven Motiven hervorgegangen sind, und daß daher das Weltbild, das der Materialismus uns schaffen kann, notwendig den Stempel der menschlich beschränkten Denkweise mit sich führen wird, von dem allerdings wohl nie ein philosophisches System sich wirklich frei machen kann.

Aber es ist auch wichtig, sich bewußt zu bleiben, daß diese Annahmen des Materialismus nicht die einzig möglichen Annahmen sind, um die Descartesschen Ideen, nur die vollkommen mathematisch klare Erkenntnis zuzulassen, rein durchzuführen. Hertz hat uns in seiner Darstellung der Mechanik gezeigt, daß man auch ohne den Kraftbegriff und, ohne die Newtonschen Prinzipien als Ausgangspunkt zu nehmen, die Mechanik aufbauen kann, indem man an Stelle des Kraftbegriffes einfache, durch lineare Gleichungen definierte Zusammenhänge einführt. Hertz braucht dann allerdings noch, um zu einer vollständigen Ableitung der bekannten allgemeinen Gesetze der Mechanik zu gelangen, die Einführung eines Erfahrungssatzes. Aber dieser Satz ist kein Gesetz, das wirklich in der vorliegenden Form durch die Erfahrung ermittelt und formuliert worden ist, sondern er sagt nur aus, daß von allen durch die Hilfsmittel der Hertzschen Mechanik darstellbaren Vorgängen nur bestimmte, schon durch ihre mathematische Einfachheit in besonderer Art bevorzugte in der Natur erfahrungsgemäß vorzukommen scheinen. Bis jetzt hat sich gezeigt, daß alle Erscheinungen, die sich überhaupt hinreichend vollständig haben mathematisch prüfen lassen, diesem Gesetze folgen, und darauf wird die Erwartung gegründet, daß dies auch in Zukunft zutreffen

wird. Es ist wohl denkbar, daß die weitere Verfolgung der Hertzschen Ideen eine neue Blüte des Materialismus herbeiführen kann, die von den beiden deutlich sichtbaren Schwächen des alten frei sein würde.

Die Bedeutung eines philosophischen Systems liegt aber niemals in der mehr oder weniger einwandfreien Darstellung seiner Grundlagen, denn noch hat der Mensch nicht gelebt, und er wird wohl auch niemals kommen, der uns den Stein der Weisen zeigt, durch den wir ganz zweifelsfrei den einen und einzigen Weg zur höchsten Erkenntnis unbeirrt finden können. Es gibt in unserer Zeit unendlich viele Vorschläge, aus bestimmten elementaren Voraussetzungen heraus ein einheitliches Weltbild aufzubauen und als das allein richtige zu beweisen; der Wert aller dieser Systeme liegt niemals darin, daß sie schon bekannte Tatsachen in neuem Lichte darstellen, sondern allein darin, ob sie imstande sind, durch die Eigenart ihres Gedankenganges den Weg zu neuen Tatsachen zu finden, uns also einen Schritt vorwärts zu führen. Von diesem Gesichtspunkte aus hat aber noch kein System so viel geleistet wie der wissenschaftliche Materialismus in seiner klassischen Form, und deswegen wird er auch dauernd einen Glanzpunkt in der Entwicklung der Wissenschaften bilden.

Eine solche historische Bedeutung konnte der Materialismus aber auch erst von dem Augenblicke an erringen, wo er zeigte, daß seine Methode in der Tat ein unerschöpflich fruchtbringendes Werkzeug gewähre zum Aufstellen und Lösen von weitschauenden Problemen. Es waren vor allen die französischen Mathematiker D'Alembert, Laplace und Lagrange, deren Ausbau der analytischen Mechanik die Entwicklung der allgemeinen Methoden zu danken ist. Namentlich Lagranges unver-

gleichliches Werk schien mit der Einführung der allgemeinen Coordinaten den überall anwendbaren Schlüssel für alle Aufgaben über die Bewegungen von Körpern zu bieten, und alle Fragen, die die Natur stellen könnte, schienen zurückgeführt auf die Lösung von mathematischen Gleichungen.

Der nächste gewaltige Schritt im Sinne des materialistischen Weltbildes geschah, als Helmholtz das vorher schon von Robert Mayer ausgesprochene Energieprinzip, daß in letzter Instanz alles aus Atomen, die mit Zentralkräften aufeinander wirken, besteht, als allgemeingültiges Gesetz mathematisch begründete und seine Richtigkeit durch alle Gebiete der Physik bestätigte. Vorher konnte man wohl die Forderung aufstellen, daß alle Vorgänge in der Natur durch die Mittel der Mechanik analysiert, d. h. auf Bewegungen und Kräfte zurückgeführt werden müßten, aber man hatte keine Vorstellung, wie das möglich sein wird. Die Erkenntnis, daß die Wärme einer mechanischen Energie entsprechend gesetzt werden kann, und daß dann das Gesetz der Erhaltung der Energie überall sich bestätigt, diese Erkenntnis schien mit einem Male den Beweis zu bringen, daß jene Forderung auch erfüllbar ist. An die Entdeckung und Durchführung des Energieprinzips schlossen sich dann die Arbeiten von Clausius und Lord Kelvin über die Ausbildung der Wärmetheorie an, und, als dann durch die Entwicklung der kinetischen Gastheorie eine Fülle neuer Tatsachen über die Wärmeleitung, Reibung und Diffusion entdeckt wurde und zugleich ihre Erklärung fand, da schien man wirklich einen bedeutenden Blick tiefer in das Innere der Natur hinein getan zu haben, und das Ideal des materialistischen Denkens winkte in greifbarer Nähe. Denkt man noch an Coulombs Zurückführung der elektrischen und magnetischen Kräfte auf Bewegungskräfte, die genau dem

Newtonschen Gravitationsgesetze entsprechen, an Ampères Bemühungen, die Fernwirkungen von Stromelementen auf in der Verbindungslinie wirkende Kräfte zurückzuführen, und nicht zum geringsten an Wilhelm Webers Zurückführung aller im Reiche der Elektrodynamik auftretenden Kräfte auf ein einheitliches System von Fernkräften und vergegenwärtigt sich, welche ungeheure Fülle von Erfolgen aus allen diesen Arbeiten hervorgegangen sind, so wird es verständlich, daß der Materialismus, in dessen Gesichtskreis sich alle diese Arbeiten einfügten, ein System von überwältigender Macht werden konnte und lange Zeit die Gemüter naturwissenschaftlicher Kreise vollständig beherrschte.

Aber alle die genannten Arbeiten beschränkten sich noch auf das rein physikalische Gebiet, auf dem die Zulässigkeit der mathematischen Formulierung niemals bestritten ist. Wenn auch schon Robert Mayer sein Energiegesetz ohne weiteres auf die Lebewesen ausdehnte, ja zum Teil durch Beobachtungen am Organismus auf dasselbe geführt war, so war doch die Möglichkeit einer wirklichen Durchführung der materialistischen Vorstellungen bei der Erforschung der lebendigen Wesen durchaus noch problematisch. Zwar hatten bereits die Erfolge der Schule des großen Physiologen Johannes Müller, der auch Helmholtz angehörte, gezeigt, daß auch in der Physiologie die klaren und voraussetzungslosen Methoden der Physik besser vorwärts führten, als die veralteten Methoden, die von dem Begriffe einer Lebenskraft nicht freikommen konnten, aber die wirkliche Ausdehnung der rein materialistischen Vorstellungen auf das ganze Reich der Organismen wurde doch erst möglich durch das Auftreten Darwins.

Darwins Gedanke, daß die wunderbare und rätselhafte Zweckmäßigkeit in dem Aufbau aller Lebewesen dadurch

sich als selbstverständlich ergibt, daß ja in dem ewigen Wettkampf aller Wesen untereinander und mit den Naturgewalten die unzweckmäßig gebauten längst zu Grunde gegangen sein müssen, nimmt für die Ausdehnung des Materialismus auf das Naturganze die gleiche Stelle ein wie Helmholtz' Begründung des Energieprinzips für die Ausdehnung desselben auf die ganze leblose Welt. Erst durch Darwins Werk wurde die Möglichkeit eines einseitigen materialistischen Systems verständlich und dadurch wurde der Anspruch dieses Systems auf Alleinherrschaft erst berechtigt.

Sobald aber der Materialismus vom Boden der Naturwissenschaft sich erhebt und zu einer wirklichen Philosophie sich ausbilden will, da treten gebieterisch an ihn auch jene drei Grundfragen, die wir schon in der ersten Vorlesung nannten, heran und fordern Beantwortung. Nicht nur nach dem, was wir wissen können, fragt unser Sehnen, sondern vor allem nach dem: Wie sollen wir handeln? Als Philosophie muß der Materialismus auch zur Ethik Stellung nehmen, und dann kann auch die Frage nach dem Wesen der Religion nicht mehr unbeachtet gelassen werden. Es sind besonders zwei Männer, denen wir den konsequenten Ausbau und die Vollendung des Materialismus in dieser Richtung verdanken: Du Bois-Reymond und Friedrich Albert Lange.

Du Bois-Reymond hat in seinem unvergleichlich klaren Vortrage über „die Grenzen des Naturerkennens" auf der Naturforscherversammlung in Leipzig im Jahre 1872 die Konsequenzen der materialistischen Denkweise zuerst rein durchgeführt. Er kommt auf zwei unübersteigliche Schranken für unser Erkennen. Die erste liegt im Anfange unseres Forschens und besteht im Wesen desjenigen, was wir unter den Begriffen Materie und Kraft zusammenfassen. Wenn wir auch die Natur aller Atome und der

von ihnen ausgehenden Kräfte ermittelt haben sollten: wie es kommt, daß gerade diese Arten von Atomen mit diesen bestimmten Eigenschaften und Kräften existieren, das wird uns immer ein Rätsel bleiben. Wir sind nicht imstande dies Rätsel von dem Wesen der Materie von unserer materialistischen Denkweise aus zu lösen, denn die Annahme bestimmter Massen mit Kräften bildete ja den Anfang unserer Methode zu forschen, und ohne diese Annahme hätten wir überhaupt die ersten Schritte auf dem Wege wissenschaftlichen Denkens nicht gehen können.

Die andere Grenze für unser Erkennen liegt am äußersten Ende aller Forschung. Da der Materialismus seine mathematische Methode für die einzig mögliche Methode hält, um zu einer befriedigenden, klaren Erkenntnis der Welt zu gelangen, so muß in seinem Weltbilde alles Geschehene zurückführbar sein auf bewegte Atome und ihre Kräfte. In der astronomischen Kenntnis aller Atombewegung liegt das höchste erreichbare Wissen von der Natur. In diesem Weltbilde muß alles Geschehen untereinander verknüpft sein mit der gleichen Notwendigkeit, mit der die Planeten gezwungen sind, ihre ewigen Bahnen zu wandeln. Ein Laplacescher Geist, der die Lagen und Bewegungen aller Atome im Raume in einem Augenblick übersieht und die Kräfte kennt, die alle diese Atome verbinden, und sie alle in eine Weltformel zusammengefaßt hat, würde imstande sein, durch eine mathematische Diskussion seiner Weltformel alle Vergangenheit und alle Zukunft mit voller Sicherheit zu bestimmen.

In diesem Weltbilde des Materialismus gibt es keinen Zufall und auch keinen freien Willen, denn nicht um den millionten Teil eines Millimeters könnte je ein Atom aus seiner gesetzmäßigen Lage herausgedrängt werden. Was hätte das Energieprinzip für einen Sinn, wenn es nicht überall und ganz genau erfüllt wäre. Aber auch für einen

Gott, der je in die Geschicke der Menschen eingreifen könnte, gibt es in diesem Bilde keinen Raum; alles wird zurückgeführt auf unabänderliche Materie und ewige Gesetze. Und doch ist nach Du Bois-Reymond in diesem Weltbilde nicht alles enthalten. Soweit wir jemals mit unserer Kenntnis bis in die feinsten Vorgänge in unserem Gehirn vordringen werden, unsere Forschung wird uns dort nie etwas anderes zeigen als bewegte Materie. Nie und nirgends werden wir auf diesem Wege eine Spur geistigen Geschehens, nie eine Spur bewußten Lebens entdecken. Selbst wenn wir nachweisen könnten, daß bei bestimmten geistigen Vorgängen in bestimmten Ganglienzellen bestimmte Bewegungen von Atomen eintreten, so wäre damit doch in keiner Weise verständlich gemacht, was diese Bewegung der Atome mit jenen geistigen Vorgängen zu tun hat. „Es ist in keiner Weise einzusehen, wie aus dem Zusammenwirken der Atome jemals Bewußtsein entstehen könne. Wollte ich selbst die Atome schon mit Bewußtsein ausstatten, so würde doch noch weder das Bewußtsein überhaupt erklärt, noch würde für das Verständnis des einheitlichen Bewußtseins des Individuums damit irgend etwas gewonnen.“ All unser Erkennen erstreckt sich nach Du Bois-Reymond auf Grund des materialistischen Grundgedankens nur auf die materielle Welt; für das ganze geistige Erleben ist eine gleiche wissenschaftliche Erkenntnis ausgeschlossen; für dieses gilt das unüberschreitbare „ignorabimus“.

Friedrich Albert Lange hat dann in seiner „Geschichte des Materialismus“ die philosophische Konsequenz aus den Schlußfolgerungen Du Bois-Reymonds gezogen. Wenn die wissenschaftliche Forschung nur bewegte Atome nachweist, wir selbst aber ein lebendiges Bewußtsein von unserem geistigen Leben besitzen, so muß die Philosophie uns von diesem Zwiespalt befreien; sie muß uns zeigen,

wie wir in diesen Widerspruch hineingekommen sind, wie die Gründe zu diesem Widerspruch aus der Art, wie wir zum Erwerben von Naturkenntnissen gelangten, hervorgehen. So muß sich zur naturwissenschaftlichen Forschung Erkenntniskritik hinzugesellen. Auf diesem Wege gelangen wir dann dahin, einzusehen: „Von der toten, stummen, schweigenden Welt der schwingenden Atome wissen wir nichts, als daß sie eine notwendige Vorstellung für uns ist, insofern wir den Kausalzusammenhang der Erscheinungen in wissenschaftlicher Weise darstellen wollen". Die naturwissenschaftliche Forschungsmethode bleibt also auch jetzt die einzig mögliche und richtige für die Wissenschaft, aber zu ihr gesellt sich die Einsicht, daß die Grundform des erreichbaren Weltbildes notwendig beeinflußt ist durch unsere subjektive Form, Vorstellungen von der Welt ausser uns zu gewinnen. Das Weltbild ist zwar das einzige, das wir uns erschaffen können, aber es kann sich nicht mit dem ganzen Inhalt der Welt decken, da es begrenzt ist durch die Schranke menschlichen Begriffsvermögens. Das Bild mag verglichen werden mit einer genauen Photographie, die alles vollkommen wahr darstellt, aber doch in eine Ebene zusammendrängt, was in Wahrheit auf drei Dimensionen verteilt ist.

Von diesem Standpunkt aus gelingt es jetzt auch dem Philosophen des Materialismus, F. A. Lange, eine klare Stellungnahme zu den Fragen der Religion und Ethik zu gewinnen, die jetzt keine Negation und reiner Utilarismus ist. Wir lassen am besten seine eigenen Worte reden:

*) „So bildet, wenn wir von den „Schranken des Naturerkennens" absehen wollen, der Materialismus heutzutage nicht nur das Resultat, sondern eigentlich schon die Voraussetzung der ganzen Naturforschung. — — — —

*) Lange, Geschichte des Materialismus. 4. Auflage, Seite 505.

— — Es hemmt den Eroberungsgang der Naturwissenschaft nicht im mindesten, wenn der naive Glaube an die Materie schwindet und sich hinter aller Natur eine neue unendliche Welt eröffnet, die mit der Welt der Sinne in engstem Zusammenhange steht, die vielleicht dasselbe Ding ist, nur von einer anderen Seite betrachtet; die aber unserem Subjekt, unserem Ich mit allen Regungen seines Gemütes als die eigentliche Heimat seines innersten Wesens ebenso vertraut ist, wie ihm die Welt der Atome und ihrer ewigen Schwingungen fremd und kalt gegenübersteht."

*) Eins ist sicher: Daß der Mensch einer Ergänzung der Wirklichkeit durch eine von ihm selbst geschaffene Idealwelt bedarf, und daß die höchsten und edelsten Funktionen seines Geistes in solchen Schöpfungen zusammenwirken. Soll aber diese freie Tat des Geistes immer und immer wieder die Truggestalt einer beweisenden Wissenschaft annehmen? Dann wird auch der Materialismus immer wieder hervortreten und die kühnen Spekulationen zerstören, indem er dem Einheitstriebe der Vernunft mit einem Minimum von Erhebung über das Wirkliche und Beweisbare zu entsprechen sucht.

Wir dürfen, zumal in Deutschland, an einer anderen Lösung der Aufgabe nicht verzweifeln, seit wir in den philosophischen Dichtungen Schillers eine Leistung vor uns haben, die mit edelster Gedankenstrenge die höchste Erhebung über die Wirklichkeit verbindet, und die dem Ideal eine überwältigende Kraft verleiht, indem sie es offen und rückhaltlos in das Gebiet der Phantasie verlegt."

†) „Hier stehen wir denn auch vor einer vollkommen befriedigenden Lösung der Frage nach der näheren und ferneren Zukunft der Religion. Es gibt nur zwei Wege,

*) Ibid. Seite 828.

†) Ibid. Seite 829.

welche hier auf die Dauer ernstlich in Frage kommen, nachdem sich gezeigt hat, daß bloße Aufklärung im Sande der Flachheit verläuft, ohne doch je von unhaltbaren Dogmen frei zu werden. Der eine Weg ist die völlige Aufhebung und Abschaffung aller Religion und die Übertragung ihrer Aufgaben auf den Staat, die Wissenschaft und die Kunst; der andere ist das Eingehen auf den Kern der Religion und die Überwindung alles Fanatismus und Aberglaubens durch die bewußte Erhebung über die Wirklichkeit und den definitiven Verzicht auf die Verfälschung des Wirklichen durch den Mythus, der ja nicht dem Zweck der Erkenntnis dienen kann.

Der erste dieser Wege führt die Gefahr geistiger Verarmung mit sich; der zweite hat mit der großen Frage zu schaffen, ob nicht gerade jetzt der Kern der Religion in einer Umwandlung begriffen sei, welche es schwer macht, ihn mit Sicherheit zu erfassen. Aber das zweite Bedenken ist das geringere, weil gerade das Prinzip der Vergeistigung der Religion jeden durch die Kulturbedürfnisse der fortschreitenden Zeit bedingten Übergang erleichtern und friedlicher gestalten muß."

So läßt Friedrich Albert Lange neben der Welt der toten Materie und jenseits alles naturwissenschaftlichen Erkennens die Welt der Ideen erstehen und räumt ihr eine Macht auf unser Gemüt ein, in welcher die edelsten Taten des menschlichen Geistes ihre Wurzel finden. Das gleiche Bedürfnis nach Herstellung einer harmonischen Einheit um uns herum führt uns auf der einen Seite dazu, das einheitliche materialistische Weltbild zu entwerfen, auf der anderen Seite treibt es den Künstler, in freier Erhebung über die Wirklichkeit in dieser selbst eine Einheit und Harmonie zur Darstellung zu bringen, die uns immer aufs neue zu erheben und zu begeistern vermag, die hier in der Kunst erschaute ideale Vollendung

auch im Leben mit allen Kräften zu erstreben und an uns und um uns herum nach Möglichkeit zu verwirklichen. So wird bei Lange das Ziel aller Ethik die Erziehung der Menschen zur Herstellung eines harmonisch-schönen Zusammenlebens. Mit der Stellung dieser Aufgabe ist das philosophische System in sich geschlossen und allen berechtigten Anforderungen, die an eine wissenschaftliche Philosophie zu stellen sind, gerecht geworden.

Fragen wir zum Schluß noch: Ist denn jetzt dieser Materialismus auch den heutigen Aufgaben wissenschaftlichen Denkens noch gerecht geblieben? Kann er überwunden werden oder ist er vielleicht schon überwunden? Die Antwort kann niemals durch philosophische Entwickelungen gefunden werden, denn rein philosophische Gedankenrichtungen lösen sich ab wie die Launen der Mode. Der Lebensnerv jedes philosophischen Systems liegt in seiner Stellungnahme zu den Grundlagen der Naturwissenschaft. Die Frage, ob der wissenschaftliche Materialismus als philosophisches System auch heute noch die herrschende Stellung einnehmen kann wie vor einem halben Jahrhundert, beantwortet sich allein durch die Feststellung, ob seine Begründung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse, ob sein System der Atome und Kräfte den weiteren Fortschritten der Naturwissenschaft genügt hat, oder ob diese über ihn hinfortgeschritten ist.



Dritte Vorlesung.

Der Monismus Häckels.

Wenn man einmal den festgefügten und mathematisch klaren Gedankengängen des wissenschaftlichen Materialismus nachgegangen ist, dann wird es einem sehr schwer, den Monismus Häckels, wie er ihn zum Beispiel in seinen „Welträtseln" entwickelt hat, überhaupt zu verstehen, oder, genauer gesagt, zu verstehen, wie Häckel diese Naturphilosophie dem Materialismus auch nur hat an die Seite oder gar über ihn stellen können. Dabei hilft es einem auch nichts, von Häckel schon in seiner „generellen Morphologie" und in seinen späteren Schriften wiederholt die Versicherung zu erhalten, daß dies nur an mangelhafter Fähigkeit, philosophisch zu denken, liegt. Philosophie läßt sich nicht lernen, sondern das Philosophieren will geübt sein. Da nun Häckel unter allen naturphilosophischen Schriftstellern zur Zeit noch der in Laienkreisen am meisten gelesene ist, und am meisten Verehrer und Anhänger in den den Wissenschaften fern stehenden Kreisen hat, so darf ein Eingehen auf seinen Monismus an dieser Stelle nicht fehlen.

Häckel beansprucht für sein System, daß es durchaus einheitlich ist und alle Fragen, die überhaupt wissenschaftlicher Untersuchung fähig sind, aus einem Gesichtspunkte heraus anzufassen und zu lösen den Weg zeigt. Man sollte daher erwarten, daß Häckel sich der Denkrichtung Descartes' anschließen muß und die mathematisch

klare Deduktion für seine Schlüsse benutzt. Zuweilen sieht es in seinen Schriften so aus, als ob er in der Tat aus dem einen von ihm so oft gepriesenen Substanzgesetz die Notwendigkeit des ganzen Naturgeschehens deduzieren möchte, besonders dann, wenn er sein System dem des Spinoza, des Nachfolgers des Descartes, an die Seite stellt. Aber was das Wesentliche dieser strengen Denkrichtung ausmacht, der wissenschaftlich genaue Aufbau, in dem sich Satz auf Satz in strenger, logischer Verknüpfung aneinander fügt, fehlt bei Häckel schon in seiner „generellen Morphologie“ und ist von ihm in seinen späteren Schriften niemals nachgeholt worden. Selbst von der Grundlage seines Systems, dem Substanzgesetz selbst, gibt Häckel in dem ersten Heft der Flugschriften des Monistenbundes, das eine Antwort auf eine kleine Schrift Chwolsons sein soll, zu, daß er nie den Anspruch erhoben habe, dies Gesetz schon so formuliert zu haben, daß es allen Anforderungen genügt. Die ganzen naturphilosophischen Schriften Häckels sind dementsprechend in Form und Aufbau auch immer nur in freier Form geschriebene, populäre Darstellungen eines als vorhanden vorausgesetzten philosophischen Systems, das in Wahrheit aber niemals zu einer wissenschaftlichen Entwickelung gekommen ist.*) So allein

*) Häckel sagt im Vorwort zu seiner „generellen Morphologie“: „Was die Form des ganzen Werkes betrifft, so erschien es mir unerläßlich, bei der völligen Zerfahrenheit und Zerrissenheit, dem gänzlichen Mangel an Zusammenhang und Einheit, die auf allen Gebietsteilen der Anatomie und Entwicklungsgeschichte herrschen, die strenge Form eines systematisch geordneten Lehrgebäudes zu wählen. Vorläufig kann allerdings dieser erste Versuch eines solchen weiter nichts sein, als ein nach einem bestimmten Plan und auf festem Fundament angelegtes Gerüst, ein Fachwerk von Balken, welches statt geschlossener Wände und bewohnbarer Zimmer größtenteils nur durchbrochenes Zimmerwerk und leere Räume enthält. Mögen andere Naturforscher dieselben ausfüllen und das Ganze zu einem wohnlichen Gebäude gestalten.“

erklärt es sich auch, daß der überaus gewandte, populäre Schriftsteller in Laienkreisen eine große Zahl begeisterter Anhänger hat finden können, zu einer Zeit, wo die ernsten wissenschaftlichen Forscher, denen gerade an der genauen Formulierung der Grundlagen gelegen sein mußte, durch das Bemühen, „das Gebäude wohnlich zu gestalten“, schon längst größtenteils in ganz andere Bahnen gekommen sind.

Um daher Häckels populäre Philosophie zu verstehen, muß man vorerst die Voraussetzung machen, daß es eine absolut einheitliche Weltanschauung geben muß und daß dieselbe der Hauptsache nach gefunden ist und muß dann in den Schriften Häckels immer nur noch die erfahrungsmäßige Bestätigung der Richtigkeit dieser Voraussetzung suchen. Der Aufbau der Häckelschen Schriften ist stets derselbe, nämlich so, daß diese Voraussetzung als selbstverständlich richtig hingestellt ist; dann werden die verschiedensten Gebiete der Erfahrung durchgesprochen, und jedes Einpassen irgend welcher Erscheinungen in das vorgestellte Gesamtbild als Beleg dafür gepriesen, daß die Grundanschauung tatsächlich geeignet ist, zur Lösung der Welträtsel zu führen, und alle Gegensätze und scheinbaren Widersprüche gegen die Möglichkeit der Durchführung der ersten Voraussetzung werden als nicht vorhanden bestritten oder als nur auf Unkenntnis derer beruhend, die sie vorbringen, gebrandmarkt. In dieser Form sind Häckels Schriften allerdings vollkommen logisch konsequent und von diesem Gesichtspunkte aus werden sie nun auch leicht zu verstehen sein.

Von allergrößter Bedeutung für die Entwickelung der Ideen Häckels ist offenbar das Auftreten Darwins gewesen. Die Art, wie dieser zum erstenmal die Möglichkeit der Entstehung neuer Arten aus älteren Formen durch die Mittel der natürlichen Zuchtwahl und Auslese verständlich gemacht hat, erscheint Häckel als Schlüssel

zur Möglichkeit, wirklich ein einheitliches Verständnis alles Naturgeschehens zu finden; und zwar geht Häckel so weit, daß er hierdurch gleich alle wesentlichen Schwierigkeiten für überwunden hält. Freilich verkennt auch er nicht die Wichtigkeit des einen Punktes, bei dem der Materialismus Du Bois-Reymonds stehen geblieben ist: daß zwischen dem geistigen Leben und dem materiellen Dasein, das die Physik behandelt, ein Unterschied besteht, ist auch ihm völlig klar. Auch zur Unterdrückung dieses Gegensatzes und zum Zwecke der Zusammenfassung aller unserer Vorstellungen in einen einheitlichen „Monismus“ wird der Gedankengang Darwins herangezogen. Wir werden Häckels Grundvorstellungen vom Wesen der Substanz, in dem schon Seele und Materie vereinigt sind, am ersten begreifen, wenn wir versuchen, den Gang der Entwickelung bis zur höchsten geistigen Tätigkeit des Menschen rückwärts zu schreiten.

Du Bois-Reymond fand einen unüberbrückbaren Gegensatz zwischen der stummen, schwingenden, aber ewig toten Materie und dem Aufblitzen des ersten bewußten Gedankens, einen Gegensatz von solch fundamentaler Bedeutung, daß jeder Ausgleich durch das absolute „Ignorabimus“ vollkommen abgeschnitten wird. Für Häckel ist es von vornherein selbstverständliche Voraussetzung, daß ein solcher Dualismus auch in der abgeklärten Form des kritischen Idealismus Langes für einen vernünftigen Menschen unzulässig sein muß; um nun aus dieser Schwierigkeit herauszukommen, wird das geistige Leben zurückverfolgt in seine ersten Anfänge hinein.

Es muß allerdings vorbehaltlos zugegeben werden, daß die geistige Tätigkeit eines bedeutenden Denkers unserer Zeit nicht in dieser hochentwickelten Form ohne Vorstufen plötzlich uns entgegentritt. Was in unserer

Zeit durch die Geisteskräfte des Menschen geleistet wird, war noch nicht möglich vor Jahrhunderten oder Jahrtausenden. Die geistigen Fähigkeiten des Menschen haben sich entwickelt, und das Denken des primitiven Menschen der vorgeschichtlichen Zeit umfaßte sicher einen sehr viel geringeren Kreis von Begriffen, wie dasjenige des modernen Menschen; sein Unterscheidungsvermögen und auch sein Empfindungsvermögen sind wahrscheinlich viel ärmer und unvollkommener gewesen. Wenn man dann mit Häckel als selbstverständlich annimmt, daß der Mensch sich aus dem Reich der Tiere heraus langsam, in Jahrtausende langem Anstieg entwickelt hat, wird man auch glauben, daß seine geistigen Fähigkeiten sich ebenfalls stufenweise aus den primitiveren Instinkten der Tiere allmählich gebildet haben; also ein prinzipieller Unterschied zwischen dem Seelenleben des Menschen und dem der Tiere braucht dann nicht angenommen zu werden. Im gleichen Sinne läßt sich dann auch die ganze Reihe der psychischen Fähigkeiten der Tiere bis zur primitiven Reizbarkeit der einfachsten Amoebe nach rückwärts verfolgen. Solange man es nicht für nötig hielt, durch wissenschaftliche Definition eine Unterscheidung zu treffen zwischen dem selbsterlebten eigenen Gedanken und den aus Sinnesempfindungen erschlossenen analogen Vorgängen in anderen Wesen, und solange man weiter nicht auf den Unterschied achtet, daß man bei einigen dieser Wesen, nämlich unseren Mitmenschen, von der Wirklichkeit der erschlossenen geistigen Vorgänge einen mehr oder weniger vollständigen experimentellen Nachweis erbringen kann, indem man seine Gedanken mit ihnen austauscht, während bei allen Tieren ein solcher Nachweis unerreichbar ist, so daß die Beobachtung des Seelenlebens der Tiere stets wissenschaftlich auf anderer Stufe steht; solange man über diesen Unterschied in der Art unseres Erkennens hinwegsieht, solange wird

man allerdings nur einen kontinuirlichen Zusammenhang vorfinden können von der niedrigsten Reizbarkeit der Amoebe bis zur höchsten geistigen Tätigkeit des Menschen. Auf diese Weise gelangt man dazu, die ersten Anfänge für die höchsten geistigen Tätigkeiten in den elementarsten Reizreaktionen der einfachsten Lebewesen zu finden; auch hier zeigt sich nach Häckel schon prinzipiell derselbe Vorgang des Empfindens und Strebens, der sich dann später in stufenweiser Entwickelung zu den uns bekannteren geistigen Vorgängen ausgebildet hat. Aber wir müssen noch weiter gehen. Auch die lebenden Wesen können wir, wenn wir an der Möglichkeit der einheitlich monistischen Weltanschauung festhalten wollen, nur als eine kompliziertere Form unorganischer chemischer Prozesse ansehen. Aus geeigneten, hoch zusammengesetzten Kohlenwasserstoff- und Eiweißverbindungen muß sich beim Zusammentreffen geeigneter Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse das erste, mikroskopisch kleine Lebewesen gebildet haben allein auf Grund der überall geltenden physikalisch-chemischen Gesetze, denn sonst würde ja die Grundvoraussetzung des ganzen Monismus nicht durchführbar sein. Da nun weiter die Natur nirgends einen Sprung macht und das erste Lebewesen bereits die ersten Formen der Empfindung besitzt, so muß diese Fähigkeit, da sie nicht als plötzlich Neues aus dem Nichts zu den Eigenschaften der Materie hinzugekommen sein kann, in primitiver Form schon den leblosen Molekülen zu eigen sein. Also gehört Empfindungsvermögen, und damit die elementarste Form der bewußten geistigen Erscheinungen, schon zu den Eigenschaften der Materie selbst und findet sich überall vor. Es gibt bei Häckel keine Materie ohne Geist und keinen Geist unabhängig von Materie, beide gehören stets zusammen, das Geistige ist eine immer vorhandene Eigenschaft der Materie.

Durch eine solche Gedankenfolge gelangt man mit Häckel schließlich zu einer Festlegung der Grundeigenschaften der Materie, oder der einen allgemeinen Substanz, aus der alles aufgebaut ist. Häckel spricht dieselben im 12. Kapitel der „Welträtsel‘ im Anschluß an J. G. Vogt folgendermaßen aus. Er unterscheidet hier den alten „kinetischen“ Substanzbegriff von dem neuen, von ihm für richtiger gehaltenen „pyknotischen“ Substanzbegriff, und sagt: „Die Atome selbst sind dem gewöhnlichen „kinetischen Substanzbegriff“ zufolge tote diskrete Körperchen, welche im leeren Raum schwingen und in die Ferne wirken. Der eigentliche Begründer und angesehenste Vertreter dieser kinetischen Substanztheorie ist der große Mathematiker Newton, der berühmte Entdecker des Gravitationsgesetzes. — — Das unsterbliche Verdienst von Newton war, dieses Gravitationsgesetz endgültig festzustellen und dafür eine unanfechtbare mathematische Formel zu liefern. Aber diese tote mathematische Formel, auf welche die meisten Naturforscher hier, wie in vielen anderen Fällen, das größte Gewicht legen, gibt uns bloß die quantitative Beweisführung für die Theorie, sie gewährt uns nicht die mindeste Einsicht in das qualitative Wesen der Erscheinungen.“

Demgegenüber soll der richtige „pyknotische Substanzbegriff“ durch folgende Merkmale charakterisiert sein: „Diese individuellen kleinsten Teilchen der universalen Substanz, die Verdichtungszentren, die man Pyknatome nennen könnte, entsprechen im allgemeinen den Uratomen oder letzten diskreten Massenteilchen des kinetischen Substanzbegriffs; sie unterscheiden sich aber sehr wesentlich dadurch, daß sie Empfindung und Streben (oder Willensbewegung einfachster Art) besitzen, also in gewissem Sinne beseelt sind — ein Anklang an des alten Empedokles Lehre vom „Lieben und Hassen der Elemente“. Auch

schweben diese beseelten Atome nicht im leeren Raume, sondern in der kontinuirlichen, äußerst dünnen Zwischensubstanz, welche den nicht verdichteten Teil der Ursubstanz darstellt." Wenig später sagt Häckel im gleichen Kapitel: „Für meine eigene Vorstellung — — — muß ich die folgenden — — — Grundsätze als unentbehrlich für eine wirklich monistische, das ganze organische und anorganische Naturgebiet umfassende Substanz-Ansicht hinstellen:

I. Die beiden Hauptbestandteile der Substanz, Masse und Aether, sind nicht tot und nur durch äußere Kräfte beweglich, sondern sie besitzen Empfindung und Willen (natürlich niedersten Grades); sie empfinden Lust bei Verdichtung, Unlust bei Spannung; sie streben nach der ersteren und kämpfen gegen letztere.

II. Es gibt keinen leeren Raum; der Teil des unendlichen Raumes, welchen nicht die Massenatome einnehmen, ist vom Aether erfüllt.

III. Es gibt keine unvermittelte Fernwirkung durch den leeren Raum; alle Wirkung der Körpermassen aufeinander ist entweder durch unmittelbare Berührung, durch Kontakt der Massen bedingt, oder sie wird durch den Aether vermittelt."

Nachdem in dieser Weise der Substanzbegriff festgelegt ist, nimmt Häckel noch das Gesetz von der Erhaltung der Energie als allgemeingültig in der ganzen Natur an, allerdings ohne anzugeben, was unter Energie oder Kraft, deren „feinerer Unterschied für ihn nicht in Betracht" kommt, verstanden werden soll. Die oben angeführte Bestimmung der Eigenschaften der Substanz zusammen mit dem Energieprinzip bilden dann das eine große „Prinzip von der Erhaltung der Substanz" oder das „allgemeine Substanzgesetz", das „kosmologische Grundgesetz", das die Grundlage der ganzen monistischen

Weltanschauung bilden soll. Am Schluß des gleichen Kapitels heißt es entsprechend: „Unsere feste monistische Ueberzeugung, daß das kosmologische Grundgesetz allgemeine Geltung für die gesamte Natur besitzt, nimmt die höchste Bedeutung in Anspruch. Denn dadurch wird nicht nur positiv die prinzipielle Einheit des Kosmos und der kausale Zusammenhang aller uns erkennbaren Erscheinungen bewiesen, sondern es wird dadurch zugleich negativ der höchste intellektuelle Fortschritt erzielt, der definitive Sturz der drei Zentraldogmen der Metaphysik: „Gott, Freiheit und Unsterblichkeit". Indem das Substanzgesetz überall mechanische Ursachen in den Erscheinungen nachweist, verknüpft es sich mit dem „allgemeinen Causalgesetz".

Diese Sätze nehmen in der Philosophie Häckels ungefähr die Stelle ein, an welcher im wissenschaftlichen Materialismus Newtons Grundgesetze der Bewegung und die Annahme der Atome mit Zentralkräften stehen. Häckel beruft sich dabei gerne darauf, daß J. G. Vogt den pyknotischen Substanzbegriff physikalisch und mathematisch begründet und entwickelt hat. Das sagt aber sehr wenig; es gibt eine ganze Menge von Versuchen, auf Grund bestimmter, zum Teil willkürlich angenommener Vorstellungen über die ursprüngliche Natur der Materie zu einer einheitlichen Erklärung aller verwickelten Naturgesetze zu gelangen. Alle diese Versuche haben gar keinen wissenschaftlichen Wert, so lange sie nichts weiter leisten, als einen Teil der bereits bekannten und schon anderweitig abgeleiteten Erscheinungen unter einem neuen Gesichtspunkte darzustellen. Erst wenn die Formulierung der Grundbegriffe so gewählt ist, daß sie uns den Weg zur Auffindung neuer Tatsachen entdecken läßt, oder in noch unaufgeklärte Gebiete ein neues Licht wirft, so daß wir in diese neue Einsicht gewinnen, erst dann kann die

neue Theorie beanspruchen, beachtet zu werden. Alles dieses hat aber die Formulierung der Newtonschen Prinzipien und die Atomistik des Materialismus in hohem Grade vermocht. Der pyknotische Atombegriff nach Vogt und Häckel hat aber bisher noch zu keiner neuen Entdeckung im Gebiete der Physik geführt, und es bleibt durchaus den Anhängern Häckels noch der Beweis zu führen übrig, daß mit diesem Begriff überhaupt wissenschaftlich irgend etwas erreicht werden kann. Ob das einzige, was durch diesen pyknotischen Substanzbegriff erreicht werden sollte, die Überwindung des Du Bois-Reymondschen Gegensatzes zwischen Materie und bewußtem Gedankenleben, dadurch erreicht ist, daß den kleinsten Teilen der Materie schon Empfindung und Streben beigelegt wird, muß dem Ermessen der Leser überlassen bleiben.

Wer mit der neuesten Entwickelung der Physik und der Elektronentheorie vertraut ist, könnte vielleicht versucht sein, in dem Elektronenbegriff als einem Kraftzentrum und in dem Verkettetsein der elektrischen und magnetischen Kräfte nach Maxwell einen Anklang an die pyknotischen Vorstellungen Vogts zu finden, allein er würde dann ganz übersehen, daß in dieser physikalischen Theorie die Kräfte selbst und die Verknüpfung der Kräfte untereinander allein durch ganz bestimmte, mathematische Gleichungen festgelegt sind, und daß in diesen Gleichungen niemals irgend eine Möglichkeit liegt, Begriffe des Empfindens und Denkens, der Lust und Unlust, aufzunehmen.

Häckels Substanzbegriff bleibt für die Physik gänzlich unfruchtbar; ihn zur Grundlage einer philosophischen Weltanschauung zu machen, wird nur verständlich, wenn man die Richtigkeit der Voraussetzung, daß eine rein monistische und zugleich rein naturwissenschaftliche Welt-

anschauung möglich sein muß, von vornherein für unumstößlich hält. Nur von dieser Voraussetzung aus ist es auch verständlich, daß Häckel, der doch kein Physiker ist und auch keiner zu sein beansprucht, einen der bedeutendsten Sätze, den die neuere Physik gefunden hat, nämlich den zweiten Hauptsatz der Wärmetheorie, einfach für falsch erklärt und verlangt, daß er gestrichen werden soll.*)

Nachdem einmal das „Substanzgesetz“ gefunden ist und die alleinige und allgemeine Grundlage zur mechanischen Erklärung aller Vorgänge in der Natur bilden soll, ist es bei Häckel jetzt selbstverständlich, daß auch die lebenden Organismen durch rein physikalisch-chemische Vorgänge aus der leblosen Substanz hervorgegangen sein müssen, denn sonst würde ja der Monismus nicht durchführbar sein. In diesem Sinne äußert er sich schon in seiner „generellen Morphologie“ Band I Seite 179: „Die Hypothese der Selbstzeugung oder Autogonie fordert, daß die äußerst einfachen und vollkommen homogenen, strukturlosen Organismen (Moneren), welche wir als die Stammform aller übrigen, durch Differenzierung daraus hervorgegangenen zu betrachten haben, unmittelbar aus dem Zusammentritt von Stoffen der anorganischen Natur in ähnlicher Weise sich in einer Flüssigkeit gebildet haben, wie es bei der Bildung von Krystallen in der Mutterlauge der Fall ist. — — — — —

— — — — Uns erscheint diese Annahme für das Verständnis der gesamten organischen Natur vollkommen unentbehrlich, weil sie die einzige große Lücke ausfüllt, welche bisher in der gesamten Entwickelungsgeschichte der Erde und ihrer Bewohner bisher noch bestanden hat.

*) „Welträtsel“, 7. Auflage, Seite 286: „Der zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie widerspricht dem ersten und muß aufgehoben werden.“

Wir müssen diese Hypothese als die unmittelbare Konsequenz und als die notwendigste Ergänzung der allgemein angenommenen Erdbildungstheorie von Kant und Laplace hinstellen und finden hierzu in der Gesamtheit der Naturerscheinungen eine so zwingende logische Naturnotwendigkeit, daß wir deshalb diese Deduktion, die vielen sehr gewagt erscheinen wird, als unabweisbar bezeichnen müssen."

Es hat nun immer etwas sehr bedenkliches, aus einem angeblichen philosophischen (nicht mathematischen) Bedürfnisse heraus eine Hypothese in die Wissenschaft einzuführen und für notwendig zu erklären, denn man gerät gar zu leicht dadurch in die Gefahr der Oberflächlichkeit in wissenschaftlichen Untersuchungen; und so ist es denn auch Häckel selbst reichlich ergangen. Wenn nach seiner Hypothese die einfachsten Organismen strukturlose Eiweißklumpen sein müssen und er findet die einfachsten Moneren auf, von denen er mit seinen damaligen Hülfsmitteln keine Struktur finden kann, so sieht er seine Hypothese für wissenschaftlich bewiesen an. Wer durch die Hypothese voreingenommen ist, wie Häckel, stellt damit seine Untersuchung ein, da er ja von vornherein erwartet hat, solche einfachsten Wesen zu finden. Andere Forscher jedoch, die nicht voreingenommen waren, haben die Moneren weiter untersucht und bisher immer gefunden, daß dieselben noch ungeahnte feine Differenzierungen besitzen und jedenfalls noch lange nicht jene einfachsten Organismen Häckels sind. Diese blieben bisher für die wissenschaftliche Forschung immer nur reine Theorie, ob sie überhaupt jemals existiert haben, darüber vermag die Wissenschaft zur Zeit nichts auszusagen.

Eine der wichtigsten und für den Fortschritt der Biologie unentbehrlichsten Entdeckungen der Neuzeit hat jedenfalls nur von einem Manne gemacht werden können,

der die Möglichkeit einer Urzeugung im Sinne Häckels für gänzlich ausgeschlossen hielt. Pasteurs unermüdlichen Studien ist es gelungen, nachzuweisen, daß überall auch die einfachsten und kleinsten Lebewesen, die wir beobachten können, von anderen Wesen der gleichen Art ihren Ursprung nehmen, und die ganze moderne Bakteriologie, die schon so unendlich viel Segen gebracht hat, und deren wissenschaftliche Fruchtbarkeit noch lange nicht erschöpft ist, beruht geradezu auf der Voraussetzung, daß alle in den Bereich der Beobachtung gelangenden Lebewesen immer aus Lebenskeimen herstammen müssen, deren Entwickelungsgang nichts Zufälliges enthält, sondern fest geregelt in typischen Formen sich abspielt, genau wie die Entwickelung der höchst organisierten Organismen.

Die feste Überzeugung der reinen Monisten, daß irgendwo und irgendwann einmal die ersten Lebewesen aus lebloser Materie sich durch rein physikalisch-chemische Vorgänge gebildet haben müssen, ist wissenschaftlich bisher jedenfalls völlig unfruchtbar gewesen, es ist ein reines Glaubensbekenntnis, das ganz allein gestützt wird durch den Wunsch, daß ein reiner Monismus allein eine befriedigende Weltanschauung geben muß.

Während nun das Substanzgesetz und die Urzeugung für Häckel und seine Anhänger zwar unentbehrliche Voraussetzungen sind, so treten diese doch in dem System als ganzes nicht so sehr in den Vordergrund, es wird vielmehr von ihnen gesprochen als von Problemen, die eigentlich von den Physikern zu lösen sind und von diesen auch früher oder später in dem Sinne, wie der Monismus für allein möglich hält, vollständig klargestellt werden. Das Schwergewicht der Häckelschen Weltanschauung liegt naturgemäß in dem biologischen Gebiet und findet hier seinen Hauptausdruck durch die Idee, daß, sobald einmal die einfachsten Organismen vorhanden sind, die Weiter-

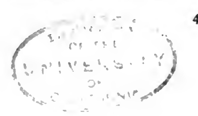
entwickelung derselben zu immer höheren Formen durch die Lehre Darwins ihre volle naturwissenschaftliche Erklärung gefunden hat. Nach dieser Lehre soll die Vererbung der wesentlichen Eigenschaften von den Eltern auf die Kinder, zusammen mit der Anpassung an die veränderten Lebensbedingungen und der Auslese unter den mannigfachen Formen im Kampfe ums Dasein den zureichenden Grund dafür ergeben, daß die unendliche Fülle organischer Formen sich entwickelt hat.

Es tritt hier eine Reihe neuer Begriffe auf, Vererbung, Anpassung, Auslese, Entwickelung, von denen die Physik nichts weiß, und es ist daher berechtigt zu fragen: wie kommt es, daß wir durch Herbeiziehung dieser Begriffe überhaupt etwas für erklärt halten können? Wo stammen diese Begriffe her?

Auch der Materialismus konnte mit rein mathematischen Vorstellungen nicht auskommen, er nahm den Begriff der Kraft hinzu, und wir haben uns daher in der vorigen Vorlesung auch gefragt: wie kommt es, daß wir durch die Annahme von Kräften eine Bewegungsänderung für erklärt halten? Der Grund war der, daß wir schon vor Anstellung der wissenschaftlichen Betrachtung durch eigene Erfahrung wußten, daß wir fremde Körper in Bewegung setzen können und daß wir dazu eine Anstrengung machen müssen, der wir selbst den Namen „Ausübung einer Kraft" gegeben hatten. Das Hineintragen dieses Erfahrungsbegriffes in die Wissenschaft bildete dann auch das subjektive Moment, das dem Materialismus anhaftete und das durch ihn geschaffene Weltbild als in menschlicher Beschränktheit befangen erscheinen ließ, sodaß der besonnene Forscher sich bescheiden kann und muß, wenn dieses Weltbild nicht imstande ist, das All der Ereignisse, die ins Menschenleben eingreifen, zu umfassen.

In entsprechender Weise hatten die Menschen schon vor dem Auftreten Darwins durch Jahrtausende ihre Haustiere gehalten und Viehherden gezüchtet und hatten hierbei die Beobachtung gemacht, daß von einem Elternpaare stets Nachkommen herstammten, die die charakteristischen Eigenschaften des Elternpaares mehr oder weniger deutlich wieder zeigten. So konnten sie denn leicht bestimmte bei ihren Viehherden erwünschte Eigenschaften dadurch der überwiegenden Mehrheit der Individuen zukommen lassen, daß sie nur solche Elternpaare zur Fortpflanzung gelangen ließen, die mit diesen Eigenschaften ausgerüstet waren, während die anderen vorzeitig als Schlachttiere verwendet wurden. Es traf so der Mensch eine Auslese unter dem Nachwuchs und erreichte unter Benutzung der ihm durch die Erfahrung bekannten Vererbungsfähigkeit Viehbestände, die immer mehr die von ihm gewünschten Eigenschaften besaßen.

Diese Vorstellung der Auslese unter einer Mannigfaltigkeit hat nun Darwin auf die Natur übertragen, indem er an die Stelle des bewußt nach einem bestimmten Plan auslesenden Menschen die blind wirkende Natur setzte, die bei dem Kampfe aller Lebewesen um ihre Existenz eine massenhafte Vernichtung von Individuen verschiedener Formen herbeiführt und dadurch ermöglicht, daß unter den Ueberlebenden nur solche mit bevorzugten, für ihre Erhaltung besonders geeigneten Eigenschaften sich befinden und zur Fortpflanzung gelangen. Auf diese Weise ist in der Tat verständlich gemacht, daß unzweckmäßige Formen, deren Ausrüstung wenig geeignet ist, zu ihrer Erhaltung beizutragen, in der Natur nicht vorkommen können, daß also die vielbewunderte Zweckmäßigkeit aller organischen Formen als eine Folge des ungeheuren Reichtums derselben angesehen werden kann, der den unaufhörlichen Wettkampf aller untereinander bedingt.



Es liegt hier offenbar ein ganz analoger Schluß vor, wie beim Materialismus. Dieser schloß: weil wir wissen, daß unsere Kraft Bewegung erzeugen kann, so ist für uns in dem Zuerteilen von Kräften an die Atome ein befriedigender Erklärungsgrund für das Wirken der Atome aufeinander gefunden. Darwin schließt, weil wir die Erfahrung gemacht haben, daß durch wiederholte Auslese unter großen Viehherden eigenartige und besonders ausgerüstete Formen gewonnen werden können, so gibt der Gedanke, daß auch in der Natur eine immer wiederholte Auslese unter unendlich mannigfaltigen Formen stattgefunden hat, eine befriedigende Erklärung dafür, daß z. Z. nur bestimmte mit besonders ausgeprägten Eigenschaften ausgerüstete Organismen vorgefunden werden. Aber zwischen beiden Schlußweisen besteht noch ein wesentlicher Unterschied. Während die Einführung des Kraftbegriffs keine weiteren Nebenvoraussetzungen bedarf, sondern für sich allein zu einer exakten, mathematischen Formulierung ausreicht, stecken in der Anwendung des Begriffes Auslese noch sehr wesentliche Nebenvoraussetzungen.

Zunächst kann die Auslese nur dann Erfolg haben, wenn die Gesetze der Vererbung der wesentlichen Eigenschaften als selbstverständlich gültig angesehen werden. Über die Vererbung selbst wissen wir aber weiter nichts, als daß sie besteht; sie ist eine so allgemeine Erfahrungstatsache, daß es lächerlich wäre, an ihrer Wirklichkeit zu zweifeln; sie scheint eine selbstverständliche Beigabe aller Lebewesen, aber wie sie zustande kommt, welche Gesetze in der Natur das Wachstum der Organismen so leiten, daß in den späteren Geschlechtern die Vorzüge und Fehler der Eltern sich immer wieder in den verschiedensten Abstufungen wiederholen, das hat weder Darwin noch Häckel untersucht und noch viel weniger erklärt. Physik und Chemie geben keine Analogie hierzu. Aber nicht die Vererbungs-

fähigkeit allein muß bei Darwin den Organismen zugeschrieben werden, sondern auch die Fähigkeit sich anzupassen an neue Lebensbedingungen und die Möglichkeit innerhalb gewisser Grenzen mannigfachste Variationen hervorzubringen.

Gewiß ist, daß alle diese Nebenvoraussetzungen des Darwinismus in sehr vielen Fällen in der Erfahrung bestätigt zu sein scheinen, und ebenso gewiß ist, daß die wissenschaftliche Beobachtung und Forschung in der Verfolgung der Darwinschen Ideen außerordentlich viele fruchtbare Fragestellungen gefunden hat, und damit leitende Gesichtpunkte, die zu neuen Kenntnissen geführt haben, aufgedeckt hat. Deswegen aber den Darwinismus als alleinige Hauptstütze einer alles aufklärenden Naturphilosophie zu machen, kann nur zur Oberflächlichkeit führen, weil bei diesem Verfahren die sorgfältige Prüfung der Zulässigkeit der Nebenvoraussetzungen unterbleibt. Dieser wissenschaftlichen Oberflächlichkeit, die aus philosophischen Ideen die Natur schematisiert und meistert, ist denn auch Häckel selbst zum Opfer gefallen. Schon in seiner „generellen Morphologie“ ist z. B. das ganze vierte Buch mit seinem System der organischen Grundform, in dem künstliche Parallelen zwischen organischen und Krystallformen gezogen werden, eine einfache wissenschaftliche Verirrung gewesen, herbeigeführt durch Vermengung philosophischer Ideen mit naturwissenschaftlicher Untersuchung, und dieser ganze Abschnitt ist auch dementsprechend völlig unfruchtbar geblieben und längst der Vergessenheit anheim gefallen. In ähnlicher Weise läuft auch in anderen Büchern der generellen Morphologie so sehr das naturwissenschaftlich Sichergestellte mit dem durch philosophische Ideen Hineingetragenen durcheinander, daß dies Werk schon lange aufgehört hat, als Stützpunkt gewissenhafter Forschung zu dienen.

Um die Tragweite des Darwinismus richtig zu erkennen, war es nötig, das, was oben als die Nebenvoraussetzungen bezeichnet wurde, planmäßig zu erforschen und dann experimentell neue Arten durch Züchtung zu gewinnen suchen. Mit beiden Fragen hat sich dann auch die ernste Forschung reichlich beschäftigt, ist dabei aber immer deutlicher zu dem Ergebnis gekommen, daß die Natur viel reicher und mannigfaltiger zu sein scheint, als daß sie durch Darwins Ideenkreis allein umfaßt werden könnte. Die Kräfte und Entwickelungsmöglichkeiten, die im Organismus schlummern, deuten auf noch viele, uns bis jetzt verborgene Möglichkeiten hin, deren Entdeckung durch nichts mehr gehemmt würde, als blindes sich gefangen geben in ein enggezogenes philosophisches Trugbild.

Der Versuch, durch planmäßige Züchtung und Auslese einmal wirklich eine neue Art oder wenigstens dauernde Varietät zu erhalten, ist bis jetzt noch nirgends in befriedigender Weise geglückt; freilich kann man auch zugeben, daß hierfür die Zeiträume noch nicht ausreichend gewesen sind. Dafür ist es aber De Vries gelungen, zu beobachten, wie unter bestimmten Aussaaten von Pflanzen ganz unerwartet eine Reihe von Individuen, mitten zwischen anderen der alten Form geich gebliebenen, neue Varietäten gezeigt haben und dann bei der Weiterzüchtung dieser Varietät die neue Form beibehalten haben, so daß also hier, ganz ohne daß ein Grund gefunden werden konnte, und ohne daß der Darwinsche Kampf ums Dasein in Frage kam, das Auftreten neuer Formen beobachtet wurde.

So sehr der Darwinismus auch heute noch für die Biologie ein außerordentlich bedeutsamer Faktor für die Forschung ist, so kann doch kaum noch daran gezweifelt werden, daß er zur Erklärung aller Vorgänge der Ent-

wickelung der Organismen jedenfalls nicht ausreicht. Welche anderen treibenden Kräfte noch neben dem Darwinismus anzuerkennen sind, darüber können noch Zweifel bestehen, aber ein Sichfestlegen auf bestimmte monistische Ideen aus einem unverstandenen philosophischen Bedürfnis würde heute eine schwere Hemmung der freien Forschung bedeuten; es kann den Blick nur trüben und Tatsachen im Verborgenen lassen, die nur dem unbefangenen Auge sich offenbaren.

Man kann den Monismus Häckels nicht besprechen, ohne noch eines Punktes Erwähnung zu tun auf den auch Häckel immer ganz besonderen Nachdruck legt. Häckel will Philosoph sein und als solcher muß er sich auch den Fragen der Ethik zuwenden und daher auf die Frage nach der Stellung des Menschen in der Natur eingehen. Hier schließt Häckel seiner ganzen Art entsprechend vollkommen konsequent: wenn unser reiner Monismus die allein befriedigende Weltanschauung geben soll, so muß auch der Mensch ganz in die Reihe der Tiere hineingehören und aus den niederen Formen sich genau so entwickelt haben wie alle anderen Tierformen. Die Fragen der Ethik, wie soll der Mensch handeln, sind daher genau so zu behandeln wie Fragen der Naturwissenschaft. Es ist zu ermitteln, durch welche Einflüsse das Menschengeschlecht am besten in seiner Erhaltung gesichert und seiner Weiterentwickelung gefördert wird. Alle Mittel, die hierzu in Frage kommen, sind nur nach naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten zu beurteilen; es darf sich nie um das Herbeirufen von besonders dem Menschen eigenen Kräften, oder ihm vielleicht gar von außerhalb der Natur her gewährte Hilfe handeln, sondern die Prinzipien der Züchtung und Auslese, die für den Entwickelungsgang aller Organismen die alleinige Richtschnur bilden, sind es auch, die die Menschheit allein sicher aufwärts geleiten können.

Das ist zwar alles sehr richtig und konsequent gedacht, wenn man die eine Grundvoraussetzung zugegeben hat und für über jede Diskussion erhaben hält, daß nämlich der rein naturwissenschaftliche Monismus die allein befriedigende Weltanschauung geben kann. Aber dieser Standpunkt macht seine Anhänger zugleich blind gegen vieles, über das andere sich garnicht hinwegsetzen können.

Nur ein Beispiel sei hier noch angeführt. Die Erziehung des Kindes wird von Häckel und seinen Anhängern gern verglichen mit der Dressur eines intelligenten Hundes; aber es läßt sich doch ein Punkt angeben, wo der gute Beobachter stets einen tiefen Unterschied zwischen beiden wahrnehmen wird. Gut dressierte Hunde können bis zu erstaunlichem Grade jedes Wort ihres Herren verstehen und jedem Winke richtig Folge leisten, so daß bis auf die fehlende Sprache oftmals eine weitgehende Ähnlichkeit in den Erziehungserfolgen am Hunde und an einem kleinen Kinde bestehen mag. Es mag auch vorkommen, daß ein Hund, der irgend ein Unerlaubtes getan hat und Strafe fürchten muß, dies Unerlaubte zu verbergen sich bemüht; zum Beispiel, wenn er ein Stück Fleisch gestohlen hat, daß er den Knochen, um nicht entdeckt zu werden, in schlauer Weise fortbringt, so daß der Verdacht, das Fleisch gestohlen zu haben, in andere Richtung gelenkt wird. Es würde das heißen, der Hund ist imstande seinen Herrn zu belügen. Wenn solcher Fall eintreten sollte, so können wir wohl sicher sein, daß der Herr die Schlauheit seines Hundes aufs höchste bewundern wird; die Intelligenz des Hundes wird ihn erfreuen und er wird gern davon seinen Freunden erzählen. Wenn ein Kind etwas ähnliches tut und offenbar lügt, so haben wir stets eine ganz andere Empfindung, auch wenn es nicht unser eigenes, sondern ein ganz fremdes Kind ist, das uns garnichts angeht. Ein

verständiger Erzieher wird auch die erste Lüge, die wohl ein jedes Kind etwa im Alter von 5 bis 6 Jahren einmal versucht, nicht bestrafen wie eine andere Ungezogenheit, sondern, sowie die ersten Unwahrheiten sich zeigen, die augenscheinlich mit einer bestimmten Entwickelungsstufe des Bewußtseins zusammenhängen, wird er sich bemühen, das Kind fühlen zu lassen, daß es mit der Lüge etwas begeht, was seiner als eines Menschen, der es besser weiß, ganz und gar unwürdig ist, und das einer, der lügt, von anderen Menschen stets verachtet werden muß. Mit der ersten bewußten Lüge wird das Kind auch imstande sein, die Wahrheit dieser Lehre zu empfinden, und schon die Unmöglichkeit die Augen frei zu erheben, läßt es fühlen, daß mit der Lüge etwas neues in sein Leben getreten ist. Das aber ist ein Punkt, bis zu dem wir niemals bei der Dressur eines Tieres gelangen können, obwohl die äußeren Bedingungen hierzu sehr wohl vorliegen können. Wir Menschen machen von jeher einen Unterschied zwischen Menschen und Tieren und es heißt einfache Erfahrungstatsachen übersehen und wegleugnen, wenn der Monismus diesen Unterschied nicht anerkennt. Freilich versucht er auch diesen Unterschied zu erklären und nachzuweisen, daß derselbe nur scheinbar ist und auf dem Wege natürlicher Entwickelung sich ausgebildet hat. Aber alle diese Versuche sind keine wissenschaftlichen Studien sondern mögliche Hypothesen, die nur Sinn haben für den, dem die Grundvoraussetzung des ganzen Monismus zum Glaubensbekenntnis geworden ist. Diesem geben sie ein Ruhekissen, auf dem er sich etwaige Bedenken gegen die Unerschütterlichkeit seines Glaubens vertreiben kann, aber sie hindern ihn, Unterschiede aufzufinden, wo solche möglicherweise vorhanden sind; und doch ist gerade das Auffinden von immer neuen Verschiedenheiten, das Entdecken nicht das Verwischen

von neuen Tatsachen eine Hauptaufgabe der Wissenschaft.*)

Ueberblicken wir zum Schlusse noch einmal das Ganze, das Häckel uns in seinem Monismus bietet, so ist unbedingt einzuräumen, daß dasselbe in sich vollkommen konsequent und einheitlich ausgebildet ist, aber diese Einheitlichkeit beruht stets ganz allein auf dem allen vorangestellten einen Glaubensbekenntnis, daß einzig ein reiner naturwissenschaftlicher Monismus die allein befriedigende Weltanschauung uns geben kann; für alles, was diesem zu widersprechen scheint, müssen Hypothesen gefunden werden, die es dennoch dem Monismus einordnen. Dieser Standpunkt wird von Häckel immer wieder mit jugendlicher Begeisterung vorgetragen, wie er auch schon in der generellen Morphologie von dem jungen Häckel zum ersten Male in großem Stile erschaut wurde. Es ist die Art des Jünglings, zunächst seine Pläne und Ideen auf den größtmöglichen Bereich zu erstrecken, der reifere Mann erst dringt tiefer in die

*) Genau das Gleiche läßt sich auch von anderen Darstellungen des Monismus, die zum Teil von derjenigen Häckels erheblich abweichen, sagen. So z. B. entwickelt Dr. J. Unold in seiner Schrift „Der Monismus und seine Ideale“ (Verlag von Th. Thomas, Leipzig) auf Seite 24—30 eine recht abweichende Darstellung von den Grundbegriffen, die die Unterlage des Monismus bilden sollen, und bezeichnet diese Darstellung als kritischen Monismus. Auch auf diese Darstellung sind obenstehende Sätze in gleicher Weise zu beziehen. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, daß die weiteren ethischen Folgerungen, zu denen Unold von seinem Monismus aus gelangt, gleichermaßen verurteilt werden sollen. Im Gegenteil, es findet sich in dieser Ethik Unolds außerordentlich viel richtiges und zu beherzigendes, der Irrtum ist nur der, daß Unold meint, diese Ethik sei eine Folgerung nur aus dem monistischen Grundgedanken. In Wahrheit kann umgekehrt diese Ethik dem Monismus einen Schein von Berechtigung geben, aber nicht kann der monistische Grundgedanke den Beweisgrund für die Richtigkeit dieser Ethik liefern. Näheres im Schlußkapitel.

Einzelheiten ein und baut in weiser Beschränkung sorgfältig weiter, prüft immer aufs neue das sicher erworbene und mißt mit dem am Kleinen gewonnenen zuverlässigen Maßstab den Wert des Ganzen aus.

„In den Ozean schifft mit tausend Masten der Jüngling,
Still, auf gerettetem Boot treibt in den Hafen der Greis."

So hatte Häckel unter jugendlichen Forschern viele, die gleichem Ideenschwung huldigten; er selbst urteilt über diese, die später ihm nicht mehr folgten, folgendermaßen:*)

„Sehr interessant ist der totale philosophische Prinzipienwechsel, der uns hier wieder bei Wundt, wie früher bei Kant, Virchow, Du Bois-Reymond, aber auch bei Karl Ernst von Baar und bei Anderen begegnet. In ihrer Jugend umfassen diese kühnen und talentvollen Naturforscher das ganze Gebiet ihrer biologischen Forschung mit einem Blick und streben eifrig nach einem einheitlichen, natürlichen Erkenntnisgrunde; in ihrem Alter haben sie eingesehen, daß dieser nicht vollkommen erreichbar ist, und deshalb geben sie ihn lieber ganz auf. Zur Entschuldigung dieser psychologischen Metamorphose können sie natürlich anführen, daß sie in der Jugend die Schwierigkeiten der großen Aufgabe übersehen und die wahren Ziele verkannt hätten, erst mit der reiferen Einsicht des Alters und der Sammlung vieler Erfahrungen hätten sie sich von ihren Irrtümern überzeugt uud den wahren Weg zur Quelle der Wahrheit gefunden. Man kann aber auch umgekehrt behaupten, daß die großen Männer der Wissenschaft in jüngeren Jahren unbefangener und mutiger an ihre schwierige

*) Welträtsel, 6. Kapitel, Seite 118, 7. Auflage.

Aufgabe herantreten, daß ihr Blick freier und ihre Urteilskraft reiner ist; die Erfahrungen späterer Jahre führen vielfach nicht nur zur Bereicherung, sondern auch zur Trübung der Einsicht, und mit dem Greisenalter tritt allmähliche Rückbildung ebenso im Gehirn wie in anderen Organen ein."

Diesen Worten kann man noch hinzufügen, daß aber vielleicht auch Häckel nie über den Standpunkt des schwärmerischen Jünglings hinausgekommen ist und seit seiner generellen Morphologie nichts neues mehr hinzugelernt hat. In der Tat hat er ja auch seit dieser Erstlingsarbeit sein System nicht mehr weiter aus- und durchgebildet, sondern nur noch popularisiert.

Welche dieser Ansichten richtig ist, darüber kann nur der wirkliche Fortschritt der Naturwissenschaft selbst entscheiden, hier muß sich zeigen, welche Denkrichtung in der Entdeckung neuer Naturzusammenhänge die fruchtbarere ist. Zur Zeit sieht dies für die Anhänger Häckels schon recht ungünstig aus; den Erfolgen Pasteurs, des Begründers der Bakteriologie, und den Arbeiten von de Vries, des Entdeckers der Mutation, kann die Häckelsche Schule nichts Ebenbürtiges an die Seite stellen und die vielgerühmte „generelle Morphologie" ist schon lange kein maßgebendes Werk mehr, aus dem junge Zoologen nützliche Kenntnisse zu ziehen pflegen. Die Zukunft wird weiteres zeigen.



Vierte Vorlesung.

Die Energetik Ostwalds.

Es ist eine historische Inkonsequenz, wenn hier als drittes naturphilosophisches System die Energetik Ostwalds besprochen wird, während erst in der nächsten Vorlesung auf die Gedankengänge Machs eingegangen werden soll, während doch Machs grundlegende Schriften bereits vor denjenigen Ostwalds erschienen sind, und Ostwald selbst sich als Schüler Machs bezeichnet und seine „Vorlesungen über Naturphilosophie“ Ernst Mach gewidmet hat. Dies Verfahren mag darin seine Rechtfertigung finden, daß wir bei Ostwald das dritte große einheitliche System einer Naturphilosophie finden, das sich uns als einheitlich geschlossenes Ganzes zeigt, und daher mit den beiden vorgenannten zu einer Gruppe zusammengehört.

Ostwald ist mit seinen Ideen zuerst in sehr bemerkenswerter Weise hervorgetreten durch seinen Vortrag „Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus“ auf der Naturforscherversammlung in Lübeck im Jahre 1895. Schon der Titel dieses Vortrages kündigt uns an, daß Ostwald der damals noch herrschenden Denkrichtung sich entgegenstellen will. Er macht dem Materialismus zunächst den Vorwurf, daß er noch nie und in keinem einzigen Falle ein Problem vollständig gelöst

hat. Wenn wir irgend eine der materialistischen Hypothesen ansehen, so gibt uns dieselbe ein mechanisches Bild für gewisse Erscheinungen in der Natur, zum Beispiel die kinetische Gastheorie. Aus diesem Bilde heraus lassen sich zwar gewisse Seiten der Erscheinungen gut erklären, es werden aber beim genaueren Nachforschen stets andere Seiten sichtbar, die aus der ursprünglichen Form des Bildes nicht zu erklären sind. Das Bild erhält dann zwar noch eine Ergänzung, aber derselbe Vorgang wiederholt sich immer wieder, das Bild muß immer wieder ergänzt und ausgebessert werden, so daß es schließlich alles andere, nur keine einfache Erklärung für die Erscheinungen enthält und dann wird es meist durch ein ganz anderes Bild ersetzt, bis der gleiche Vorgang sich wiederholt. Jeder Versuch eine bestimmte mechanische Erklärung für gewisse Erscheinungen zu geben, geht schließlich immer wieder in die Brüche, so daß Ostwald zu dem harten Schluß kommt: „Die Behauptung, alle Naturerscheinungen ließen sich in letzter Linie auf mechanische zurückführen, darf nicht einmal als eine brauchbare Arbeitshypothese betrachtet werden: sie ist ein bloßer Irrtum."

Dieser Schluß findet außer durch physikalische Beispiele, besonders durch das von dem Wandel der Vorstellungen über die Natur des Lichtes, noch besonders seine Stütze durch den Hinweis auf die Tatsache, daß die Mechanik immer nur Vorgänge darstellen kann, die gleich gut vorwärts wie rückwärts ablaufen können. Denn die mechanischen Gleichungen enthalten stets die Zeitgröße und sie müssen richtig bleiben, wenn man das Vorzeichen der Zeitgröße umkehrt. Da es nun in der Natur zweifellos Vorgänge gibt, die nur in einer Richtung verlaufen können, man denke nur an das Wachstum der Pflanzen und Tiere, so kann auch die Mechanik gar nicht

ausreichend sein, um alles in der Natur zu erklären. Seinen eigenen Standpunkt präzisiert Ostwald zugleich mit den Worten: „Aber, höre ich hier sagen, wenn uns die Anschauung der bewegten Atome genommen wird, welches Mittel bleibt uns übrig, uns ein Bild der Wirklichkeit zu machen? Auf solche Frage möchte ich Ihnen zurufen: Du sollst Dir kein Bildnis oder irgend ein Gleichnis machen! Unsere Aufgabe ist nicht, die Welt in einem mehr oder weniger getrübten oder gekrümmten Spiegel zu sehen, sondern so unmittelbar, als es die Beschaffenheit unseres Geistes nur irgend erlauben will. Realitäten, aufweisbare und meßbare Größen mit einander in bestimmte Beziehung zu setzen, so daß, wenn die einen gegeben sind, die anderen gefolgert werden können, das ist die Aufgabe der Wissenschaft, und sie kann nicht durch die Unterlegung irgend eines hypothetischen Bildes, sondern nur durch den Nachweis gegenseitiger Abhängigkeitsbeziehungen meßbarer Größen gelöst werden."

Als Weg zur Lösung dieser Aufgabe der Wissenschaft gibt Ostwald dann den Ersatz der mechanistischen Weltanschauung durch die energetische an. Zur Rechtfertigung dieser Behauptung führt er an, daß wir von der Welt doch niemals etwas anderes wahrnehmen können als Unterschiede der Energie: „Was erfahren wir denn von der physischen Welt? Offenbar nur das, was uns unsere Sinneswerkzeuge zukommen lassen. Welches ist aber die Bedingung, damit eines dieser Werkzeuge sich betätigt? Wir mögen die Sache wenden, wie wir wollen, wir finden nichts gemeinsames, als das: Die Sinneswerkzeuge reagieren auf Energieunterschiede zwischen ihnen und der Umgebung."

In dem Vortrage in Lübeck konnte dieser Hauptgedanke nur kurz angedeutet werden; Ostwald hat uns

dann in seinen „Vorlesungen über Naturphilosophie" einen genauen Einblick in seine Ideen gegeben und dieselben ausführlich entwickelt.

In diesen „Vorlesungen" spricht Ostwald zunächst aus, was er für die Aufgabe der Philosophie überhaupt und der Naturphilosophie im besonderen hält und stellt sich dabei ganz ausgesprochenermaßen auf die Seite Bakos, wenn wir an die beiden in der ersten Vorlesung charakterisierten Denkrichtungen uns erinnern, denn er sagt:*) „Das ist also der Fehler, den die Naturphilosophen gemacht haben, und den wir um jeden Preis vermeiden müssen. Sie versuchten aus dem Denken die Erfahrung abzuleiten; wir werden umgekehrt unser Denken überall nach der Erfahrung regeln."

Ferner:†) „Auch sie (die Philosophie) ist eine empirische Wissenschaft und hat daher in Bezug auf den Grad der Gewißheit keinen Vorzug vor den andern; sie hat vielmehr den Nachteil, daß wegen der Beschaffenheit ihrer Arbeit der erreichte Wahrscheinlichkeitsgrad vielfach ein sehr mäßiger ist. Das war ja gerade der Fehler der Naturphilosophie, daß sie absolutes Wissen zu erlangen versuchte und daher einseitig den Weg vom Geiste zur Natur gehen wollte, während wir gesehen haben, daß nur eine stets wiederholte Anpassung des Geistes an die Natur zum Ziele führt."

Um diesen Standpunkt planmäßig durchzuführen geht jetzt Ostwald schrittweise vor; zunächst muß ausgesprochen werden, worin die Erfahrung, nach der unser Denken sich richten soll, besteht, und hier zeigt sich wieder die Verwandschaft Ostwaldscher Denkrichtung mit derjenigen Bakos. Während letzterer als Hauptaufgabe des

*) Vorlesungen Seite 7.

†) Seite 12.

Menschen die hingestellt hatte, die Erde immer mehr zu beherrschen, sagt Ostwald*): „Diese Fähigkeit in die Zukunft zu schauen, ist die wichtigste Eigenschaft, welche der Mensch besitzt, denn nur sie ermöglicht ihm die Fortsetzung seines Lebens. Ueber die Vergangenheit sind wir in keiner Weise Herr; sie ist vollkommen unveränderlich und gestattet keinerlei Beeinflussung. Nur die Zukunft können wir beeinflussen, und wenn es sich darum handelt, für die Erhaltung unseres Lebens zu sorgen und zerstörende Einflüsse abzuwehren oder zu vermeiden, so kann dies sich nur auf kommende Einflüsse solcher Art beziehen. — — —

— — Diese Fähigkeit nun, durch die Voraussicht einer näheren oder ferneren Zukunft zweckmäßig zu handeln, ist das, was uns als das Wesentlichste der Erfahrung entgegentritt."

Bei der weiteren Ausführung, wie diese Erfahrung in uns zustande kommt, stellt Ostwald dann fest, daß dies dadurch geschieht, daß wir unter Vergleichen und Zusammenfassen unserer Beobachtungen uns Begriffe von bestimmten immer wieder gemeinsam auftretenden Empfindungen bilden, unter denen wir diese zusammenfassen. Die Methode der Begriffsbildung ist also die Grundlage der Erfahrung und Ostwald spricht daher die Erwartung aus, daß, wenn wir nur diese Methode selbst genau verfolgen bis in die ersten Anfänge hinein, daß wir dann auch die einfachsten Grundbegriffe auffinden werden, auf welchen sich die Erfahrung aufbauen läßt. Er gelangt so zu der Untersuchung der verschiedenen Mannigfaltigkeiten, die wir zu unterscheiden imstande sind und bespricht die einfachen Begriffe des Raumes und der Zeit. Dann gelangt er zu dem Begriffe eines

*) Ibid. Seite 16.

Dinges und äußert sich hier folgendermaßen*): „Die Bildung der Begriffe beruht auf der Aufsuchung des Gemeinsamen oder Wiederkehrenden. Dieses letztere scheint eine besonders bevorzugte Existenz dem Wechselnden oder Verschiedenen gegenüber zu haben, vermöge deren es sich eben in den Vordergrund der Erfahrung stellt. So findet sich denn im philosophischen oder theoretischen Denken von jeher die Frage nach dem Urding, das allen Dingen zu Grunde liegt, aus dem die Dinge werden, und dessen mannigfaltige Erscheinungsform die Dinge sind. — — — —

— — Aristoteles, das große Konversationslexikon antiken Wissens, hat denn auch schließlich die Gesamtheit dieser Gedanken auf ihre klassische Form gebracht, indem er in jedem Dinge etwas Unveränderliches annahm, das dessen Substanz genannt wurde, und außerdem Veränderliches von mancherlei Art, dem der Name Accidenz zukam. — — —

— — Im Sinne dieser Begriffsanalyse haben wir also die Frage zu stellen: was ermöglicht uns für die Außenwelt die Bildung des Dingbegriffes? Und diese Frage löst sich in die beiden anderen Fragen: Was findet sich am allgemeinsten in den Dingen der Außenwelt, was ist also die allgemeinste Substanz? und: Wodurch unterscheiden wir die Dinge der Außenwelt von einander, also (in bestimmtem Sinne) was ist das allgemeinste Accidenz?

Die Antwort auf beide Fragen ist nach dem Stande des heutigen Wissens in einem Worte zu geben, in dem Worte: Energie. Die Energie ist allgemeinste Substanz, denn sie ist das Vorhandene in Zeit und Raum, und sie ist das allgemeinste Accidenz, denn sie ist das Unterschiedliche in Zeit und Raum."

*) Seite 145.

Auf diese Weise ist die Bedeutung des Energiebegriffes für das Ostwaldsche System festgestellt; derselbe steht auf einer Linie mit Zeit und Raum und ist von der gleichen fundamentalen Bedeutung wie diese. Mit dieser Voranstellung des Energiebegriffes beginnt die eigentliche Philosophie Ostwalds, denn die nun folgenden Ein- und Unterordnungen aller Naturerscheinungen unter den Energiebegriff bilden den wesentlichen Inhalt der Energetik.

Es läßt sich nicht leugnen, daß diese Energetik ein einheitliches System bildet und mit Recht sich als eine besondere Richtung der Naturphilosophie bezeichnen kann, aber gerade in den Ostwaldschen Vorlesungen zeigt sich deutlich, daß nunmehr mit dem Ausbau zu einem System die ursprünglich als Norm hingestellte Denkrichtung Bakos verlassen wird; die wissenschaftliche Anwendung der Energetik ist bei Ostwald nicht mehr ein Anpassen unseres Denkens an die Erfahrung, sondern der Energiebegriff überwiegt so sehr, daß man nur noch sagen kann, wir haben in Ostwalds Naturphilosophie einen planmäßigen Versuch, alle unsere wissenschaftliche Erfahrung unter den Energiebegriff unterzuordnen. Dieser wird als der fest gegebene hingestellt, aus ihm heraus muß sich alles verständlich machen lassen. Das ist aber Descartessche Methode und klingt zuweilen sogar schon an Spinoza an, bei dem der Substanzbegriff eine ähnliche Rolle wie hier die Energie spielt. In manchen Teilen gewinnen die weiteren Ausführungen Ostwalds sogar gewisse äußerliche Ähnlichkeiten in der Form mit denen Häckels; es herrscht der hoffnungsfrohe Glaube, daß im Energiebegriff die letzte Einheit, auf die in der Natur alles zurückführbar ist, gefunden ist, so sehr vor, daß alles andere dem gegenüber verschwindet. Darin bleibt aber Ostwald Häckel gegenüber stets bedeutend überlegen, daß die Problemstellungen, die aus Ostwalds Auffassungen sich ergeben, zur Zeit natur-

wissenschaftlich außerordentlich viel fruchtbarer sind und bereits eine große Menge methodischer Forschungen geleitet haben, während aus Häckels Substanzgesetz sich ähnliche Arbeiten nicht ergeben haben.

Eine Schwierigkeit findet sich jedoch in der Ostwaldschen Energetik, das ist die genaue Definition des Begriffes, der mit dem Namen Energie bezeichnet wird. In diesem Punkte steht sie hinter dem Materialismus entschieden zurück, da dieser mit seinen Begriffen Masse und Kraft sich aus der gemeinen Erfahrung herausgebildet hat und an diese anlehnt. Die Energetik versucht zwar ähnliches, indem sie sich an den Begriff Arbeit anschließt, doch sagt die Ostwaldsche Definition*): „Wir werden allgemein Energie als Arbeit, oder alles, was aus Arbeit entsteht oder sich in Arbeit umwandeln läßt, definieren" nicht genug, um eine klare Vorstellung von der zu bestimmenden Größe zu erhalten. Diese Unsicherheit spricht auch aus dem Satze†): „Nennt man solche Mengen verschiedener Energieen, die bei vollständiger Umwandlung aus einander entstehen, gleich, so kann man ferner den Satz aussprechen, daß bei allen Umwandlungen die Gesamtmenge der vorhandenen Energieen unverändert bleibt". Jeder, der mit den wesentlichsten Erfolgen der Naturwissenschaften vertraut ist und dem der Energiebegriff schon geläufig ist, weiß, daß in diesem Satze das Prinzip von der Erhaltung der Energie ausgesprochen ist, und daß dieses wie das vorhergehende naturwissenschaftlich richtig ist, aber jemand, der noch nicht in diese Beziehungen eingeweiht ist und den Energiebegriff noch nicht in sich zur Reife gebracht hat, wird sehr viel Mühe haben, aus diesen Sätzen sich zurechtzufinden. Aber die Energetik will ja auch kein deduk-

*) Vorlesungen Seite 158.
†) Ibid. Seite 159.

tives System im Descartesschen Sinne sein, sondern sie verlangt ja, daß wir unser Denken der Erfahrung anpassen, und dazu müssen wir eben erst eine gewisse Menge von naturwissenschaftlicher Erfahrung gemacht haben, um dann unsere Gedanken so zu formen, daß sie die Erfahrungstatsachen bestmöglich wiedergeben, und dazu zeigt sich dann nach unseren jetzigen Kenntnissen der Energiebegriff besonders geeignet. Freilich bleibt es bei dieser Methode immer prinzipiell ungewiß, ob derselbe Grundbegriff auch für alle späteren Erfahrungen zureichend sein wird. Die Energetik ist daher nur, wie Ostwald selbst auch stets offen zugibt, ein Programm, das dem augenblicklichen Stand unserer wissenschaftlichen Erkenntnis am besten angepaßt ist, das wahrscheinlich noch für lange Zeit ausreichen mag, für das man aber nicht beanspruchen kann, daß es für immer den einzig richtigen Weg zeigt. Hierin liegt ein wesentlicher Unterschied gegenüber dem Materialismus und auch dem Monismus. In dieser Ungewißheit wird aber auch für viele ein Grund liegen, in der Energetik eine befriedigende Weltanschauung nicht erblicken zu können.

Versuchen wir jetzt, uns den Energiebegriff an einem Beispiele vor Augen zu führen. Nach dem dritten Newtonschen Bewegungsgesetz waren bei zwei Körpern, die mit einer Kraft aufeinander wirken, Wirkung und Gegenwirkung stets einander gleich, das sollte heißen, daß beide Körper durch die Wirkung dieser Kraft gleiche Bewegungsgröße erhalten, Bewegungsgröße gemessen durch das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit. Wenn wir eine Kanone abschießen, so muß daher die Bewegungsgröße der Kugel ebenso groß sein, wie die der Kanone, oder die Kanone selbst muß durch den Rückstoß eine Geschwindigkeit erhalten, die in dem Maße kleiner ist als die Geschoßgeschwindigkeit, wie die Masse der Kanone

größer ist als die des Geschosses. Dies gilt stets, gleichgültig ob wir die ein- zwei- oder mehrfache Pulverladung zum Abfeuern des Geschosses verwenden. Charakteristisch bei diesem Vorgang ist stets, daß die wirksame Kraft der Expansion der Pulvergase auf beide Teile, Geschoß und Kanone, gleich lange wirkt. Die Zeitdauer der Wirkung ist bei der doppelten Pulverladung jedoch nicht die gleiche wie bei der einfachen, denn bei den größeren, entstehenden Geschwindigkeiten trennen sich Geschoß und Kanone schon früher als bei der einfachen Pulverladung. Die entstehenden Bewegungsgrößen sind bei der doppelten Ladung also nicht ganz die doppelten von denjenigen bei der einfachen Ladung.

Denken wir uns jetzt die Kanone absolut fest auf dem Erdboden befestigt, so daß gar kein Rücklauf derselben eintreten kann, oder, was auf dasselbe hinauskommt, die Masse der Kanone unendlich groß im Vergleich zu der des Geschosses, so tritt für die Geschwindigkeiten des Geschosses bei einfacher und doppelter Pulverladung ein einfaches Verhältnis ein. Die Zeiten, während der die Pulvergase wirken, sind auch jetzt noch verschieden, bei der doppelten Ladung kürzer, aber da die Kanone ruhend gedacht ist, so ist die Strecke, auf welcher die Pulvergase hinter dem Geschoß herdrücken, in beiden Fällen genau die gleiche. Es wirkt also bei doppelter Pulverladung die doppelte Kraft auf der gleichen Strecke hinter dem Geschoß; die Produkte aus Kraft mal Weg verhalten sich bei den beiden verschiedenen Ladungen also wie 1:2. Die Folge davon ist, wie eine einfache Rechnung ergibt, daß in diesem Falle sich nicht die Bewegungsgrößen wie 1:2 verhalten, sondern die Produkte aus Masse mal Quadrat der Geschwindigkeit oder die lebendigen Kräfte. In diesem Falle haben wir also die Tatsache, daß das Produkt aus Kraft mal Weg, das wir

auch Arbeit nennen, proportional ist dem Produkt aus Masse mal Quadrat der Geschwindigkeit; diese beiden Größen sind nun Energiegrößen und der Vorgang kann auch so beschrieben werden: Die Potentielle Energie der Pulvergase hat sich in die kinetische Energie des Geschosses verwandelt.

Wir gelangen also zu dem Energiebegriff in der Mechanik, wenn wir, abweichend von der Vorstellung, die dem dritten Newtonschen Gesetz zu Grunde liegt, von zwei Körpern, die aufeinander wirken, den einen als absolut ruhend ansehen, oder, was auf dasselbe herauskommt, da wir uns selbst als stets ruhend ansehen, wenn der eine Körper als fest mit uns verbunden angenommen und die ganze Wirkung nur auf den andern übergegangen gedacht wird. Auf diese Weise ist es möglich, daß der Energiebegriff in den Vordergrund tritt und nicht die Begriffe Bewegungsgröße und Kraft, und, während zwar in einer rein theoretischen Ableitung der elementaren Gesetze der Mechanik die Newtonsche Darstellung derselben der einfachere Weg zu sein scheint, auf dem dann der Energiebegriff erst nachträglich als zweckmäßiger Hülfsbegriff eingeführt wird, zeigt sich bei einer experimentellen Darstellung der einfachsten mechanischen Gesetze die Ableitung des Energiebegriffs als das einfachere und die Bewegungsgröße ist dann nur schwerer erkennbar. Beide Methoden dürften daher an sich gleiche Berechtigung haben.

Das eine geht aber aus diesen Betrachtungen wohl zweifellos hervor: Der Energiebegriff ist jedenfalls kein einfacher Begriff, wie etwa Kraft und Masse, sondern er ist ein zusammengesetzter Begriff, wie die Bewegungsgröße, und läßt sich stets in zwei Faktoren zerlegen, und darin liegt vielleicht das schwerste Bedenken, daß sich gegen Ostwalds Auffassung, daß die Energie die

allgemeinste Substanz und das allgemeinste Accidenz zugleich sein soll, vorbringen läßt. Sehr viele wenigstens werden wohl das Bedürfnis empfinden, wenn in einer philosophischen Weltanschauung alles auf ein Urding aufgebaut werden soll, daß dann wenigstens das Maß, mit dem diese grundlegende Größe auszumessen ist, nicht der Natur der Sache nach bei allen Anwendungen in zwei Faktoren zerspalten werden muß, Kraft mal Weg, Masse mal Quadrat der Geschwindigkeit, Elektrizitätsmenge mal Potential, Temperatur mal Entropie, Strom mal Spannung, usw.*)

Sobald wir uns einmal über dieses Zerfallen des Energiebegriffs in zwei Faktoren klar geworden sind, werden uns nun auch einige Ausdrücke Ostwalds in etwas anderem Lichte erscheinen. Ostwald sagte schon in seinem Lübecker Vortrage, daß alle unsere Sinneswerkzeuge auf Energieunterschiede reagieren, und er führt dies dann noch weiter aus mit den Worten: „Denken Sie sich, Sie bekämen einen Schlag mit einem Stocke! Was fühlen Sie dann, den Stock oder seine Energie? Die Antwort kann nur eine sein: Der Stock ist das harmloseste Ding von der Welt, solange er nicht geschwungen wird.“ Das ist soweit ganz richtig, aber deshalb fühlen wir doch nicht die Energie des Stockes, sondern nur den Unterschied in der Geschwindigkeit des Stockes und uns, nur den Unterschied in dem einen Faktor der Energie. Deutlicher wird dies an einem anderen Beispiel werden. Wir klemmen jemandes Finger in einen Schraubstock; Energieaustausch findet dann nur statt, solange am Schraubstock gedreht wird, aber Schmerz

*) In dem fortgeschrittensten Teil der Physik bildet zur Zeit der Energiebegriff tatsächlich nicht die Grundlage, sondern das System der Maxwell'schen Gleichungen, das ist eine Gruppe bestimmter Beziehungen zwischen Kräften. Aus diesen werden erst durch Summation die Energiegrößen erhalten.

empfindet der Betreffende, solange sein Finger eingeklemmt ist, auch wenn schon längst nicht mehr weitergedreht wird. Er nimmt also wieder nur den Unterschied des einen Faktors der Energie wahr, des Intensitätsfaktors, wie Ostwald ihn nennt, nicht den Uebergang von Energie aus dem Schraubstock in seinen Finger. Also kann man auch nicht sagen, alles was wir von der Natur wahrnehmen, sind Energieunterschiede oder Energieumwandlungen, sondern was unsere Sinne direkt uns zeigen, sind großenteils Differenzen von Energiefaktoren, z. B. Temperaturdifferenzen, also ist Energie auch nicht der einfachste Begriff, den wir in der Natur aufstellen können.

Sobald man über die Schwierigkeiten des Mangels einer grundlegenden Definition des Energiebegriffes hinweggefunden hat, wird die weitere Darstellung bei Ostwald in der neunten bis zwölften Vorlesung viel anregendes und belehrendes bieten. In diesen Vorlesungen gibt Ostwald eine Übersicht über die wesentlichen Gebiete der Physik und Chemie, und es zeigt sich, daß hier überall in der Tat der Energiebegriff einen außerordentlich zweckmäßigen Leitfaden gibt, um die Erscheinungen zu ordnen und zu übersehen. Diese Darstellung hat jedenfalls den Vorzug vor der materialistischen, daß sie uns viel unmittelbarer sehen läßt, welche Gesetzmäßigkeiten wir als sichere Erfahrungstatsache aus der Natur entnommen haben, und zu welchen scheinbaren Erkentnissen über Zusammenhänge wir nur auf Grund unserer atomistischen, aber nur hypothetischen Vorstellungen gelangt sind. Die Energetik hält sich viel unmittelbarer an die Beobachtungen selbst als der Materialismus, sie ist daher wohl manchmal ärmer an Inhalt, aber immer sicherer über das wirklich Erkannte.

Trotzdem scheint aber die Energetik doch nicht sicher vor Irrgängen zu sein, und die zu einseitige Bevorzugung des Energiebegriffs kann offenbar auch gelegentlich den

Blick trüben und Fragestellungen übersehen lassen, in denen für die naturwissenschaftliche Forschung offenbar noch ungelöste Probleme liegen. Daß wirklich bei Ostwald dasStreben nachSchematisierung allerErscheinungen unter den Energiebegriff gelegentlich zu weit geht, dafür spricht wohl ein Satz wie der folgende*): „Das Rätsel der Schwerkraft löst sich demnach in die Tatsache der Distanzenergie auf, und daß es eine Art der Energie gibt, die von der Entfernung abhängig ist, kann ebensowenig als rätselhaft angesehen werden, wie daß eine andere vom Volumen, und eine dritte von der Oberfläche und eine vierte von der Gestalt abhängig ist. Viel eher hätten wir Veranlassung uns zu wundern, wenn eine von der Entfernung abhängige Energie nicht vorhanden wäre.“ Hier ist offenbar das Problem, ob zwischen der Schwerkraft und etwa den elektrischen oder magnetischen Kräften noch eine Verwandtschaft besteht, so daß sich noch gesetzmäßige Beziehungen zwischen denselben entdecken lassen, als außerhalb des Interesses der Wissenschaft liegend hingestellt, während doch tatsächlich die Physik seit Jahrhunderten nach solchen Beziehungen sucht und sie auch noch heute zu finden hofft. Hätte die Physik im letzten halben Jahrhundert bereits unter dem Banne dieser Ostwaldschen Energetik gestanden, so hätte es ihr auch nicht einfallen können, nach Beziehungen zwischen der elektrischen und der optischen Energie zu fragen, und die wunderbaren zahlenmäßigen Beziehungen zwischen elektrischen und optischen Eigenschaften der Körper wären nicht gefunden worden. Der zitierte Satz zeigt deutlich, daß eine zu einseitige Bevorzugung des Energiebegriffes, so daß man mit dem Feststellen des Vorhandenseins von Energieen mit ihrenFaktoren sich begnügt,weil derEnergiebegriff das einfachste Urding sein soll, der wissenschaft-

*) Vorlesungen Seite 194.

lichen Forschung nicht genügt; daß diese tatsächlich noch weiter in die Natur eindringen kann und daher auch weiter in die Natur einzudringen die Aufgabe hat.

In ähnlicher Weise ist es gewiß interessant aber nicht unbedenklich, wenn Ostwald in der dreizehnten Vorlesung den Gedanken ausspricht, man müsse versuchen mit Hülfe der Kombination aller möglichen Mannigfaltigkeiten der Energiefaktoren festzustellen, wie vielerlei Arten von Energieen überhaupt möglich sind, und auf die Weise zu ermitteln suchen, ob es neben den bereits bekannten Energieformen noch andere, bisher nicht entdeckte geben kann, und wie dieselben eventuell aufgefunden werden können. Es mag ja sein, daß durch derartige Ueberlegungen noch neue Naturerscheinungen entdeckt werden können, aber daß es ein sicher richtiger, oder gar der richtigste Weg für das Fortschreiten der Naturwissenschaft ist, wie die Energetik als „Weltanschauung“ es fordern müßte, mag nach dem vorher Gesagten doch etwas zweifelhaft sein; jedenfalls dürfte die Energie der Röntgenstrahlen oder der Radiumstrahlen auf dem Wege nicht gefunden sein. Die Naturwissenschaft ist noch stets viel reichhaltiger und vielseitiger gewesen, als ein an ein einheitliches Prinzip sich klammerndes System der Naturphilosophie hat ahnen lassen.

Ostwald selbst hat auf diesen Vergleich zwischen der Art, wie die Naturwissenschaft tatsächlich ihre großen Entdeckungen gemacht hat, und wie sie nach seiner rein energetischen Denkweise zweckmässig vorgehen sollte, stets besonderen Wert gelegt, ja er hat sogar gelegentlich die Meinung geäußert, wenn die Naturwissenschaft sich nicht so lange durch atomistische Vorstellungen hätte auf Irrwege führen lassen, sondern von vornherein den Energiebegriff als Forschungs-

maxime angenommen hätte, daß sie dann heute wohl schon weiter sein könnte, da sie viel Arbeit gespart hätte. Er erblickt eben in der Anwendung des Energiebegriffs eine bessere Anpassung unseres Denkens an die Erfahrung als in der atomistischen Vorstellung und läßt sich auch wohl gelegentlich durch diesen Glauben an die bessere Anpassung seiner Gedanken so weit verführen, daß sein Verfahren demjenigen Häckels manchmal recht ähnlich wird. Das Ergebnis der Übersicht über die Erscheinungen der Physik und Chemie faßt Ostwald schließlich in die Sätze zusammen:*) „Wir sind also tatsächlich von dem Ziel einer allseitig in zweifelsfreiem Zusammenhange stehenden und die Gesamtheit unserer Begriffe umfassenden Weltanschauung weit entfernt. Dieser Umstand ist notwendig durch die Unvollkommenheit gegeben, welche der Ausführung der Begriffsbildung und der Herstellung der gegenseitigen Beziehungen vermöge der Unvollständigkeit unserer Erfahrung immer anhaften muß. Es ist daher kaum möglich, falls eine Denkschwierigkeit auftritt, zu entscheiden, ob sie von der Beschaffenheit unserer gesamten Begriffsbildung herrührt oder ob sie nur ein vorübergehendes Ergebnis jener Unvollkommenheiten in der Anwendung ist. Bisher ist es im Allgemeinen möglich gewesen, die letztere Annahme durchzuführen und etwa erforderliche Änderungen der Begriffe ohne grundstürzende Umwälzung des ganzen Systems herzustellen. Und da das Hülfsmittel der Entschuldigung vorhandener Widersprüche durch die Unvollkommenheit menschlichen Denkens ungemein ausgiebig ist, so darf auch noch angenommen werden, daß ein ganz und gar triftiger Widerspruch sich so bald nicht ergiebt".

Von diesem Standpunkt aus unternimmt es nun Ostwald, auch die Vorgänge des organischen Lebens

*) Vorlesungen, Seite 310.

und die geistigen Vorgänge in den Bereich seiner Naturphilosophie hineinzuziehen und es ist auch hier sehr anregend und interessant, seinen Gedanken zu folgen, wenn wir auch vorbereitet sein müssen, Schlußweisen wie die von dem „Rätsel der Schwerkraft“ auch hier vorzufinden.

Das Leben wird von Ostwald angesehen als ein „stationärer Energiestrom“, das heißt als ein Vorgang, bei welchem eine gleichförmige Umwandlung von Energie einer Art in solche anderer Art stattfindet und wobei der Vorgang sich zugleich so abspielt, daß durch ihn selbst für die Herbeischaffung der verbrauchten Energieform gesorgt wird. Ein lebender Organismus ist demnach vergleichbar einer Kerzenflamme, in welcher ja auch stetig chemische Energie in Wärmeenergie umgewandelt wird und welche zugleich auch äußerlich eine bestimmte Form sich zu erhalten sucht. Der Vergleich wird allerdings erst vollständig, wenn wir uns eine Kerze oder Lampe schaffen könnten, die sich selbst immer neues Brennmaterial herbeischafft.

Diese Auffassung des Lebens ist naturwissenschaftlich gewiß richtig, aber naturphilosophisch wird sie doch manchem unbefriedigend erscheinen. Der Vergleich mit der Flamme läßt sich zwar bis zu sehr hohem Grade durchführen, die Flamme erhitzt durch Strahlung naheliegende Gegenstände und treibt aus ihnen, wenn sie z. B. von Holz sind, Gase aus; die Flamme schafft sich also aus der Umgebung neues für sie geeignetes Nahrungsmittel, wie die Pflanze aus dem Erdboden. Bei der Entzündung dieser Gase springt die Flamme gelegentlich auch auf das Holz über, sie bildet eine neue Flamme, hat sich also vermehrt. Die Ähnlichkeit mit Wachstum und Vermehrung mancher Pflanzen läßt sich nicht leugnen. Aber schließlich hinkt doch jedes Gleichnis, wir nennen die Flamme doch kein

lebendes Wesen, denn sie ist uns eine Erscheinung, die von den äußeren Umständen bedingt ist, es ist ein Prozeß, der immer nur zur Zerstörung vorhandener Formen führt, der niemals aufbaut, sondern nur vernichtet und Unterschiede ausgleicht. Von diesem Prozeß zweifeln wir nicht, daß er ganz im Sinne des Carnotschen Prinzips verläuft, wie alle Prozesse der leblosen Natur. Die Entwicklung eines Organismus baut dagegen immer neue Formen auf; aus ungeformter Materie werden die wunderbarsten und zartesten Gebilde geformt, und alles scheint sich hier zu vereinigen, diese Gebilde zu erhalten und zu fördern und vor Vernichtung möglichst zu schützen. Es entsteht die Frage, wie solches überhaupt möglich sein soll mit den Mitteln und Gesetzmäßigkeiten, die wir an der leblosen Natur kennen. Es mag zwar anregend und richtig sein, das Leben mit einer Flamme zu vergleichen, aber um zu einer befriedigenden einheitlichen Weltanschauung zu kommen, in der das Lebendige und das Leblose in gleicher Weise dem Verständnis nahegebracht sein sollen, müßte uns wenigstens ein Anhalt geboten sein, wie es uns glaubhaft werden kann, daß ein Prozeß, der in der Flamme immer zerstörend fortschreitet, ebenso in allen anderen Analogieen aus der leblosen Natur, trotz des Carnot'schen Prinzips in den Organismen aufbauend und selbsterhaltend wirken kann. Wie ein solcher Prozeß, der gerade entgegengesetzt dem sonstigen Verlauf uns bekannter Erscheinungen sich abzuspielen scheint, sich herausbilden kann aus dem Reiche der leblosen Natur, darüber vermissen wir bei Ostwald jeden Anhalt. Auf die erste Entstehung des Lebens geht er garnicht ein. Der Standpunkt der Energetik ist zwar nur, die Tatsachen festzustellen, die uns in der Natur begegnen, und sich loszumachen von falschen Bildern und Gleichnissen, die

nur auf Irrwege führen, deswegen darf sie aber doch nicht verlangen, daß wir über vorhandene Unterschiede hinwegsehen sollen, nur weil sie uns notwendig aus dem Reich rein energetischer Fragestellung hinausführen.

In der weiteren Besprechung der Lebensvorgänge bei Ostwald findet sich wieder viel Interessantes, das zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen und Untersuchungen den Anlaß geben kann und vielfach schon gegeben hat. Für die scheinbare selbständige und freiwillige Bewegungsmöglichkeit vieler Organismen, besonders der Tiere, wird auf die Wirksamkeit von Katalysatoren hingewiesen. Auch im Bereich unorganischer Prozesse haben wir Fälle, daß ein dritter Körper, der bei der Reaktion zweier anderer Stoffe chemisch garnicht beteiligt ist, trotzdem auf den Ablauf der Reaktion von großem Einfluß ist; seine bloße Gegenwart bewirkt ein ganz wesentlich schnelleres Eintreten des Prozesses, der ohne seine Gegenwart oftmals nur ganz unmerklich langsam sich abspielt. Solche Körper, Katalysatoren, scheinen in Gestalt der Enzyme in verschiedenster Art in den Organismen vorhanden zu sein, und das Lebewesen hat vielleicht die Fähigkeit, durch seine Organisation diese Enzyme nach Bedarf in Wirksamkeit zu setzen oder im Verborgenen zu halten und erreicht dadurch, daß es auf gewisse von außen kommende Reize nach einer scheinbaren Willkür das eine mal so, das andere mal anders reagiert.

Noch für eine andere, im organischen Leben sehr wichtige Erscheinung bilden die Enzyme vielleicht einen ersten Anfang einer Erklärungsmöglichkeit, das ist die erste Entstehung des Gedächtnisses. Wenn irgend ein Vorgang im Organismus abgelaufen ist, so ist es denkbar, daß er dabei eine gewisse Menge eines solchen Enzyms gebildet und in den Geweben hinterlassen hat, das in

Zukunft gerade den Ablauf des gleichen Prozesses begünstigen wird. So würde es dann kommen können, daß ein Geschöpf bei der Wiederholung von etwas schon einmal Erlebtem die Neigung haben kann, sich in gleicher Weise zu verhalten, und daß die Eindrücke des früheren Ereignisses auf sein Verhalten in dem neuen Falle von bestimmendem Einflusse sind. In einer solchen Erscheinung würden wir aber in der Tat die ersten Anfänge eines Gedächtnisses erblicken können.

Diese Vorstellung von dem Vorhandensein von Enzymen hat nun an sich nichts mit dem energetischen Weltbilde zu tun, es sind nur Winke eines erfahrenen Chemikers aus seinem Wissensgebiete, die dem Biologen nützliche Fragestellungen zu neuen Forschungswegen eröffnen. In Ostwalds „Vorlesungen“ bilden sie jedoch den Übergang zur Besprechung auch der geistigen Vorgänge im Organismus. Nachdem ein Anhalt wenigstens gewonnen ist, der die Erscheinung des Gedächtnisses als nicht gänzlich außerhalb des Bereiches chemischer Möglichkeiten liegend erblicken läßt, glaubt Ostwald auch die Vorgänge des Bewußtseins auf energetischer Grundlage behandeln zu dürfen.

Nachdem zunächst auf das Vorhandensein von „Nervenenergie“ in den Organismen eingegangen ist, wobei unter Nervenenergie, soweit sich übersehen läßt, eine bestimmte Form chemischer Energie verstanden wird, die eben in den Nerven charakteristisch vorhanden ist, äußert sich Ostwald über das Bewußtsein folgendermaßen:*)

„Hiernach schlage ich Ihnen vor, das Bewußtsein als eine Eigenschaft einer besonderen Art der Nervenenergie aufzufassen, nämlich der, welche im Zentralorgane betätigt wird. Daß nicht alle Nervenenergie Bewußtsein bewirkt, scheint unzweifelhaft daraus hervor-

*) Vorlesungen Seite 393.

zugehen, daß nach der Ausschaltung des Bewußtseins im Schlafe, durch Betäubung oder Narkose, eine große Anzahl von Nervenapparaten, nämlich alle, welche die unwillkürlichen Vorgänge des Körpers, wie Herzschlag, Atmen, Verdauung, Drüsenausscheidung ordnen, regelmäßig weiterarbeiten, ohne durch das Fehlen des Bewußtseins gestört zu werden. Ebenso werden in solchen Zuständen oft Handlungen richtig ausgeführt, die gewöhnlich bewußt und willkürlich ausgelöst werden.

In welcher Weise sollen wir nun Bewußtsein und Nervenenergie als verbunden ansehen? Mir scheint, daß man diese Verbindung so eng wie möglich auffassen muß, und ich bin geneigt, das Bewußtsein ebenso als ein wesentliches Kennzeichen der Nervenenergie des Zentralorgans anzunehmen, wie etwa die räumliche Beschaffenheit ein wesentliches Kennzeichen der mechanischen Energie und die zeitliche eines der Bewegungsenergie ist. Dies wird klarer, wenn wir uns auf den Ausgangspunkt unserer Betrachtungen besinnen.

Nach diesem rührt ja unsere ganze Kenntnis der Außenwelt von Vorgängen her, die in unserem Bewußtsein erfolgen. Aus den gemeinsamen Bestandteilen dieser Erfahrung hat sich der Energiebegriff als der allgemeinste herausgestellt, und nach der Beschaffenheit dieser Erfahrungen und ihrer gegenseitigen Beziehungen haben wir verschiedene Arten der Energie unterschieden, die sich ineinander umwandeln. Wir verfahren daher nur konsequent, wenn wir die Quelle aller dieser Inhalte, unser Bewußtsein selbst mit diesem allgemeinsten Begriff in Zusammenhang bringen und mit Kant sagen: Alle unsere Vorstellungen von der Außenwelt sind subjektiv insofern, als nur solche Betätigungen von uns aufgenommen werden, welche der Beschaffenheit unseres Bewußtseins entsprechen. Daß nun alle äußeren Ge-

schehnisse sich als Vorgänge zwischen Energieen darstellen lassen, erfährt seine einfachste Deutung, wenn eben unsere Bewußtseinsvorgänge selbst energetische sind und diese ihre Beschaffenheit allen äußeren Erfahrungen aufprägen.

Ich will von Ihnen für diesen Gedanken kein größeres Entgegenkommen beanspruchen, als daß Sie ihn für einen Versuch nehmen, zu einer einheitlichen Weltanschauung zu gelangen."

In diesen Sätzen scheint wieder der Glaube, daß die energetische Denkweise die beste Anpassung unserer Gedanken an die Tatsache sein muß, mehr bestimmend gewesen zu sein, als die nüchterne Anwendung wissenschaftlich festbestimmter Begriffe, denn gegen diese Ausdehnung des Energiebegriffs läßt sich ein Bedenken erheben, das von Ostwald vielleicht nur deshalb nicht bemerkt ist, weil der Energiebegriff zu Beginn nicht mit aller erreichbaren Schärfe definiert worden ist. Ostwald selbst hat sonst verschiedentlich betont, daß in unseren naturwissenschaftlichen Sätzen nichts vorkommen soll, was nicht direkt gemessen werden kann; schon deswegen will er die atomistischen Vorstellungen verbannen, weil man im Reich der Atome nicht mehr messen kann. Es ist daher nur konsequent, wenn man verlangt, daß alle eingeführten Energiegrößen meßbar sein müssen.

Wir besitzen bis jetzt aber nur zwei Mittel Energieen zu messen: entweder wir messen mechanische Größen, Längen, Kräfte, und bilden aus zusammengehörigen Faktoren das Energiemaß. So werden mechanische und elektrische Energieen gemessen, denn auch die elektrischen und magnetischen Einheiten beruhen auf mechanischem Maße. Als zweites können wir noch ein Thermometer benutzen und gelangen dadurch zur Möglichkeit, Wärmeenergie zu messen. Weitere Mittel zu Messungen besitzen

wir nicht, und schon die chemische Energie wird nur durch die ihr äquivalente Wärmeenergie gemessen. Wenn also jetzt noch Bewußtseinsenergie als eine neue Energieform eingeführt werden soll, so könnte auch sie nur durch ihre Wärmetönung gemessen werden; dann aber müssen wir noch einen Anhalt haben, wonach wir in objektiven Forschungen die chemische Energie von der Bewußtseinsenergie unterscheiden sollen.

Auf diesen Punkt wird bei Ostwald nicht eingegangen, und es scheint auch so, als ob beim genaueren Eingehen hierauf die Hülfsmittel der energetischen Weltanschauung versagen müßten, wenn sie nicht im blinden Glauben an ihre Mission Unterschiede leugnen will, die für andere vorhanden sind, und damit den gleichen Weg beschreiten will, auf den auch Häckel geraten ist.

Daß im übrigen Ostwald es mit seiner Energetik ernst meint in dem Sinne, daß sie uns eine einheitliche Weltanschauung bieten, also allen Anforderungen an ein philosophisches System genügen soll, geht auch daraus hervor, daß er zum Schluß auf die Frage der Willensfreiheit und der Ethik eingeht. Es ist ja selbstverständlich, daß ein so geistvoller und vielseitiger Gelehrter wie Ostwald auch in diesen Punkten uns viel Interessantes und Lehrreiches zu sagen weiß, sodaß auch in diesen Kapiteln manches treffliche Wort zu finden ist. Was das Gebiet der Ethik betrifft, so ist aber das eine von vornherein vorauszusehen: wenn alles auf eine einheitliche, naturwissenschaftliche Methode gestellt wird, so kann die Ethik niemals auf ein anderes Grundprinzip als das der Nützlichkeitsmoral sich stützen. Dieses Grundprinzip kann zwar in mannigfacher Weise je nach der Persönlichkeit des Lehrers ausgebildet und vertieft werden und von seiner Härte verlieren, aber die weitere Frage: „was darf ich hoffen?“, durch die erst das Gebiet der

Religion erreicht wird, scheidet von vornherein als außerhalb der naturwissenschaftlichen Untersuchungswege liegend aus.

Ob diese Energetik Ostwalds in ihrer naturwissenschaftlichen Seite einer immer weitergehenden Anerkennung und dauernden Bedeutung entgegengeht, hängt nicht von ihrer mehr oder weniger sorgfältigen Begründung und ihrem logischen Aufbau ab, sondern lediglich davon, ob die unentwegt fortschreitende Naturwissenschaft in der Anwendung Ostwaldscher Gedanken größere Fruchtbarkeit zeigt, oder ob ihre künftigen Erfolge mehr aus von dieser Energetik unabhängigen Gedankengängen hervorwachsen. Der Wert der Ethik liegt nicht darin, daß sie sich aus einer einheitlichen Weltanschauung verständlich machen läßt, sondern in dem Ernst und der Würde, durch die sie durch sich selbst wirkt.



Fünfte Vorlesung.

Der Empirismus von Ernst Mach.

Ernst Mach ist unter den modernen Naturphilosophen derjenige, dessen Gedankengänge wohl am wenigsten sich eignen, populär verständlich gemacht zu werden, und doch ist er zugleich derjenige, der in wissenschaftlichen Kreisen zur Zeit in immer wachsendem Maße an Ansehen gewinnt. Er ist derjenige, der die Baconsche Denkrichtung, nach der wir unser Denken der Erfahrung anpassen und an dieser entwickeln sollen, am konsequentesten vertritt; damit hängt es aber auch zusammen, daß er ebensowenig wie Baco ein einheitliches System als Ganzes hat schaffen können, denn diese Denkrichtung fordert eben, daß unser Denken sich für alle mögliche künftige Erfahrung anpassungsfähig erhält und sich daher nicht vorzeitig an starre Formen bindet. Hier war eben Ostwalds Sichfestlegen auf den Energiebegriff, und schon die Methode, nach einem solchen Allgemeinbegriff zu suchen, eine Inkonsequenz im Sinne Bacos. Hierin aber auch ist es begründet, daß die Machschen Gedanken so schwer allgemein verständlich zu machen sind.

Machs Arbeiten lassen sich in drei Gruppen zusammenfassen. Die erste umfaßt die Arbeiten historisch-kritischen Inhalts, in denen Mach die Entstehung der verschiedensten Grundbegriffe der Physik historisch verfolgt

und ableitet. Hierher gehören die Werke: „Die Mechanik in ihrer Entwickelung“ und „Die Prinzipien der Wärmelehre“. Die zweite Gruppe umfaßt eine Reihe populärwissenschaftlicher Vorträge, die sich allerdings zum Teil an die erste Gruppe anlehnen, die jedoch manche bedeutsame Betrachtung über die gegenwärtig in der Physik und den Naturwissenschaften überhaupt verfolgten wissenschaftlichen Methoden enthalten. Die dritte Gruppe enthält dann die Arbeiten, in denen psychologische Betrachtungen mit in die Untersuchung hereingezogen werden und in denen dann zugleich die eigentliche naturphilosophische Bedeutung Machs zum Ausdruck kommt. Hierher gehören die Werke „Analyse der Empfindungen“ und „Erkenntnis und Irrtum“.

Was die erste Gruppe von Arbeiten betrifft, so ist es ein unzweifelhaftes Verdienst Machs, mit manchem Vorurteil über die Unerschütterlichkeit unser physikalischen und besonders mechanischen Grundvorstellungen aufgeräumt zu haben. Durch den wissenschaftlichen Materialismus war man in eine Art Scheinsicherheit gewiegt, derart, daß man die Grundbegriffe der Trägheit, der Masse, der Kraft und ähnliches für philosophisch so unerschütterlich festgelegt glaubte, daß es von großem Nutzen war, aus den Machschen Arbeiten zu sehen, wie alle diese Vorstellungen erst mühsam, nach mannigfachen verfehlten Versuchen langsam geworden sind; wie sie offenbar keine Denknotwendigkeiten sind, sondern wie die Menschen wiederholt viele Jahrzehnte lang in durchaus anderen Begriffsformen sich die Dinge vorzustellen vermocht haben. Die jetzt üblichen Begriffsformen haben sich lediglich als diejenigen herausgebildet und sind zu allgemeinerer Anerkennung gelangt, deren Anwendung auf die größten Gebiete die größte Vereinfachung zuläßt. Die jetzigen Grundbegriffe der Mechanik und Wärmelehre er-

scheinen bei Mach als praktische Uebereinkommen unter den verschiedenen Zweigen der Forschung, um mit möglichst einfachen Mitteln möglichst viel zu erreichen.

Es kann hier natürlich nicht näher auf Einzelheiten eingegangen werden, vielmehr muß in Bezug auf den Inhalt auf Machs eigene sehr lesenswerten Arbeiten verwiesen werden. Da es sich in der Hauptsache um historische Tatsachen handelt, so läßt sich sachlich gegen die Richtigkeit der vorgetragenen Ansichten auch nichts wesentliches einwenden, und es wird stets für jeden Naturforscher von großem Nutzen sein, sich in dieser Weise mit dem geschichtlichen Werden seiner Wissenschaft, also mit den Grundlagen, auf denen er selbst weiterbaut, vertraut zu machen. Nur in einem Punkte kann man neben Machs Ansicht noch eine andere zur Geltung kommen lassen. Wenn Mach uns zeigt, daß die Grundbegriffe der Mechanik und Wärmelehre geschichtlich nur nach mannigfachen falschen Ansätzen und unter dem Einfluß mancher geschichtlicher Zufälligkeit (man vergleiche über die Entstehung der jetzt üblichen Temperaturskalen) sich so entwickelt haben, wie wir sie jetzt benutzen, und daß sie deswegen nur als praktisch einfachste, oder wie Mach sagt, ökonomischste Darstellung des uns bis jetzt Bekannten anzusehen sind, so kann ein Philosoph älterer Schule doch daneben immer noch behaupten: wir haben uns zu dieser ökonomischen Darstellung hindurcharbeiten müssen, weil nur in dieser Form unsere logische Denkanlage imstande ist, die Naturerscheinungen möglichst weit zu umfassen. Es ist zwar seit dem Auftreten Darwins modern geworden, zu meinen, daß auch unser Begriffsvermögen sich entwickelt hat und lediglich unter Anpassung an die Erfahrung durch diese selbst sich zu dem entwickelt hat, was es jetzt ist mit allen seinen logischen Formen

und Besonderheiten. Der konsequente Ausbau dieses Gedankens findet sich bei Mach. Aber im Grunde genommen ist das doch nur eine Meinung, der die andere philosophische Meinung gegenübergestellt werden kann, daß der logische Aufbau und die Form unserer Gedanken etwas für uns feststehendes, nicht erst gewordenes sein müssen, da wir zu jedem Versuch, das Werden dieser logischen Form uns zu vergegenwärtigen, diese Form zu denken selbst schon brauchen. Die Anhänger dieser letzteren Meinung sind eben geneigt, zu glauben, daß nur eine widerspruchsfreie Form des Denkens existieren kann, und es ist Aufgabe der Wissenschaft, diese Form ausfindig zu machen, aber sie hat keine Freiheit, unter dem Einfluß etwa anderer historischer Umstände sich in anderer Form zu entwickeln. Daher entsteht auf dem Boden dieser Richtung so leicht das Streben, aus dem Denken heraus die Erfahrung zu konstruieren. Es ist selbstverständlich, daß diese beiden Meinungen sich niemals gegenseitig wirklich widerlegen können, denn es offenbaren sich in ihnen wieder die beiden Grundrichtungen von Descartes und Baco; so lange jede dieser Richtungen wissenschaftlich noch fruchtbar ist, hat eben jede in ihrer Weise recht.

Nur auf ein Beispiel der historischen Kritik Mach's soll noch eingegangen werden. Auch die drei berühmten Prinzipien der Mechanik Newtons, von denen wir in der zweiten Vorlesung eingehend zu sprechen hatten, erhalten naturgemäß bei Mach eine kritische Besprechung, und das Ergebnis derselben ist, daß auch diese Prinzipien bei Newton noch nicht klar und eindeutig genug formuliert sein sollen; und zwar ist dies nach Mach dadurch begründet, daß noch nicht das, was wir in der Erfahrung wirklich zu beobachten haben, von dem genügend getrennt ist, was wir durch unsere willkürliche, nur aus ökonomischen Gründen

motivierten Definitionen hinzufügen. Er schlägt folgende Formulierung dieser Prinzipien vor: *)

„a. Erfahrungssatz. Gegenüberstehende Körper bestimmen unter gewissen von der Experimentalphysik anzugebenden Umständen aneinander entgegengesetzte Beschleunigungen nach der Richtung ihrer Verbindungslinie. (Der Satz der Trägheit ist hier schon eingeschlossen.)

b. Definition. Das Massenverhältnis zweier Körper ist das negative umgekehrte Verhältnis der gegenseitigen Beschleunigungen.

c. Erfahrungssatz. Die Massenverhältnisse sind von der Art der physikalischen Zustände der Körper (ob dieselben elektrische, magnetische usw. sind), welche die wechselseitige Beschleunigung bedingen, unabhängig, sie bleiben auch dieselben, ob sie mittelbar oder unmittelbar gewonnen werden.

d. Erfahrungssatz. Die Beschleunigungen, welche mehrere Körper A B C an einem Körper K bestimmen, sind von einander unabhängig. (Der Satz des Kräfteparallelogramms folgt hieraus unmittelbar).

e. Definition. Bewegende Kraft ist das Produkt aus dem Massenwert eines Körpers in die an demselben bestimmte Beschleunigung.“

Diese Sätze sind in der Tat inhaltlich voll imstande, an die Stelle der Newtonschen Sätze zu treten; die Mechanik läßt sich auch auf dieser Grundlage herleiten. Aber ob die Form dieser Sätze vor der Newtonschen einen Vorzug hat, dagegen kann man doch auch Bedenken erheben. Vor allem ist es fraglich, ob man den ersten dieser Sätze einen Erfahrungssatz nennen kann. Wir machen doch zunächst nur die Erfahrung, daß schwere Körper fallen, daß also die Erde beschleunigungsbestimmend wirkt. Ob der fallende Körper auch die Erde in Bewegung setzt, entzieht

*) Mach, Mechanik. 2. Auflage. 1889. Seite 227.

sich der wirklichen Erfahrung. Erfahrungsmäßig gelten ferner die Keplerschen Gesetze; aus diesen kann man nur mathematisch ableiten, daß beständig eine Beschleunigung der Planeten gegen die Sonne besteht, aber nicht daß die Beschleunigung gegenseitig ist. Erst bei der Berechnung der Störung der Bahn der Erde und des Mondes kann man die Erfahrung machen, daß die Beobachtungen genauer den Rechnungen entsprechen, wenn man bei diesen die Hypothese macht, daß bei beiden aufeinander wirkenden Körpern stets Wirkung und Gegenwirkung gleich sind. Durch neuere, sehr feine Messungsmethoden ist es gelungen nachzuweisen, daß eine große Masse aus Blei auf eine kleine beschleunigend wirkt, aber auch hier ist der Nachweis der Rückwirkung experimentell bisher nicht möglich gewesen. Nur beim elastischen Stoß zweier Körper gegeneinander kann man Wirkung und Gegenwirkung beobachten. Der allgemeine Satz, daß irgend zwei Körper immer einander entgegengesetzte Beschleunigungen bestimmen, kann daher schwerlich mit Recht ein Erfahrungssatz genannt werden; er ist eine Hypothese, die wir heranziehen, um uns die Vorgänge in möglichst einheitlicher Weise verständlich zu machen, oder er ist, wie Newton es gemacht hat, ein Prinzip, das wir für uns aufstellen, um uns danach bei der Behandlung der Probleme zu richten.

Interessant ist auch die Aufnahme, die diese Darstellung der Newtonschen Prinzipien bei den bedeutendsten Physikern gefunden hat. Boltzmann schließt sich ihr in seiner Darstellung der Mechanik im wesentlichen an, aber er spricht ausdrücklich nicht von Erfahrungssätzen, sondern von bestimmten Hypothesen und Definitionen. Er stellt diese bestimmten Hypothesen an die Spitze und behandelt die Folgen, die sich ergeben müssen, wenn dieselben erfüllt sind. Wenn es Fälle geben sollte, wo

diese Hypothesen nicht erfüllt sind, so sollen diese ausdrücklich von seiner Behandlung der Mechanik ausgeschlossen sein. Dabei ist gerade Boltzmann, der sich in dieser Form der Ableitung am meisten Mach genähert hat, ausgesprochener Anhänger der alten atomistischen Denkweise des Materialismus, nur daß er, den Fortschritten der Physik entsprechend, den materialistischen Bildern einen anderen Sinn beilegt, als die alte Schule tat. Auf der anderen Seite hat sich Helmholtz in seinem Denken im allgemeinen der Auffassung Machs erheblich genähert, indem für ihn die materialistischen Bilder ganz in den Hintergrund getreten sind und er in dem Aufstellen möglichst weit umfassender Differentialgleichungen den allgemeinsten Ausdruck der Erfahrungstatsachen zu gewinnen sucht. Er setzt also das Ziel, eine möglichst vollständige Wiedergabe der wirklich beobachteten Erscheinungen zu erhalten; aber gerade Helmholtz hat sich in seinen Vorlesungen über Mechanik ganz an die Newtonsche Formulierung der Prinzipien gehalten. Hertz schließlich hat in seiner ganz originellen Darstellung der Mechanik der Newtonschen Prinzipien überhaupt nicht bedurft, da er den Kraftbegriff, der immer ein subjektives Moment hineinbringt, wie in der zweiten Vorlesung besprochen wurde, in den Elementen ganz vermieden und durch eine rein mathematische Verknüpfung ersetzt hat. Leider ist Hertz über den Entwurf nicht hinausgekommen und der Ausbau der Mechanik bis zu den Grundgleichungen der Elektrodynamik, der ihm sicher vorgeschwebt hat, konnte nicht mehr zur Ausführung gelangen. So ist vielleicht Hertz mit seinen Ideen seiner Zeit weit vorausgeeilt.

Gehen wir jetzt zur zweiten Gruppe der Arbeiten Machs über, so sind es hier besonders drei seiner populären Vorträge, in denen die Eigenart Machs in der Beurteilung

wissenschaftlicher Forschungsweise trefflich zum Ausdruck kommt Es sind dies die Vorträge über „Die ökonomische Natur der philosophischen Forschung“, „Umbildung und Anpassung im naturwissenschaftlichen Denken“ und „Das Prinzip der Vergleichung in der Physik.“

Daß Mach ganz der Baconschen Denkrichtung angehört und stets darauf hinweist, daß unser Denken sich nach der Erfahrung zu richten hat und sich ihr anpassen muß, wird aus einigen Sätzen dieser Vorträge leicht sich erkennen lassen. Er sagt in dem ersten der genannten Vorträge: *)

„Die wissenschaftliche Mitteilung enthält stets die Beschreibung das ist die Nachbildung einer Erfahrung in Gedanken, welche Erfahrung ersetzen und demnach ersparen. Die Arbeit des Unterrichts und des Lernens wieder zu sparen, entsteht die zusammenfassende Beschreibung. Nichts anderes sind die Naturgesetze. Wenn wir uns etwa den Wert der Schwerebeschleunigung und das Galileische Fallgesetz merken, so besitzen wir eine sehr einfache und kompendiöse Anweisung, alle vorkommenden Fallbewegungen in Gedanken nachzubilden. — — — — Mehr als den umfassenden und verdichteten Bericht über Tatsachen enthält ein solches Naturgesetz nicht“.

Etwas später sagt er noch in demselben Vortrage: **) „Wenn der Geometer die Form einer Kurve erfassen will, so zerlegt er sie zuvor in kleine geradlinige Elemente. Er weiß aber wohl, daß dieselben nur ein vorübergehendes Mittel sind, stückweise zu erfassen, was auf einmal nicht gelingen will. Ist das Gesetz der Kurven gefunden, denkt er nicht mehr an die Elemente. So würde es auch der Naturwissenschaft nicht ziemen, in ihren selbstgeschaffenen veränderlichen ökonomischen Mitteln, den Molekülen und Atomen, Realitäten hinter den

*) Mach, Populärwissenschaftl. Vorlesungen. Leipzig 1896. Seite 209.
**) Ibid. Seite 223.

Erscheinungen zu sehen, vergessend der jüngst erworbenen weisen Besonnenheit ihrer kühneren Schwester, der Philosophie, eine mechanische Mythologie zu setzen an die Stelle der animistischen oder metaphysischen, und damit vermeintliche Probleme zu schaffen. Das Atom mag immerhin ein Mittel bleiben, die Erscheinungen darzustellen, wie die Funktionen der Mathematik. Allmählich aber, mit dem Wachsen der intellektuellen Erziehung an ihrem Stoff, verläßt die Naturwissenschaft das Mosaikspiel mit Steinchen und sucht die Grenzen und Formen des Bettes zu erfassen, in welchem der lebendige Strom der Erscheinungen fließt. Den sparsamsten, einfachsten begreiflichen Ausdruck der Tatsachen zu schaffen erkennt sie als ihr Ziel".

Aus dem zweiten der genannten Vorträge mag noch folgender Satz angeführt werden*): „Eben die Ideen, welche durch die ältere Erfahrung so geläufig geworden sind, drängen sich, nach Selbsterhaltung ringend, in die Auffassung jeder neuen Erfahrung ein, und eben sie werden von der notwendigen Umwandlung ergriffen. Die Methode, neue unverstandene Erscheinungen durch Hypothesen zu erklären, beruht gänzlich auf diesem Vorgang. Indem wir, statt ganz neue Vorstellungen über die Bewegung der Himmelskörper, über das Flutphänomen zu bilden, uns die Teile der Weltkörper gegeneinander schwer denken, indem wir ferner ebenso die elektrischen Körper mit sich anziehenden und abstoßenden Flüssigkeiten beladen oder den isolierenden Raum zwischen denselben in elastischer Spannung uns denken, ersetzen wir, soweit als möglich, die neuen Vorstellungen durch anschauliche, längst geläufige, welche teilweise mühelos in ihren Bahnen ablaufen, teilweise allerdings sich umgestalten müssen. So kann auch das Tier für jede neue Funktion, die ihm sein

*) Ibid. Seite 244.

Schicksal aufträgt, nicht neue Glieder bilden, es muß vielmehr die vorhandenen benutzen".

Auch aus den letzten der genannten Vorträge seien noch folgende, besonders charakteristische Sätze angeführt*): „Es sei nun das Ideal für ein Tatsachengebiet erreicht. Leistet die Beschreibung alles, was der Forscher verlangen kann? Ich glaube ja! Die Beschreibung ist ein Aufbau der Tatsachen in Gedanken, welcher in den experimentellen Wissenschaften oft die Möglichkeit einer wirklichen Darstellung begründet. . . . . . Man sagt, daß die Beschreibung das Kausalitätsbedürfnis unbefriedigt läßt. Wirklich glaubt man Bewegungen besser zu verstehen, wenn man sich die ziehenden Kräfte vorstellt, und doch leisten die tatsächlichen Beschleunigungen mehr, ohne Überflüssiges einzuführen. Ich hoffe, daß die künftige Naturwissenschaft die Begriffe Ursache und Wirkung, die wohl nicht für mich allein einen starken Zug von Fetischismus haben, ihrer formalen Unklarkeit wegen beseitigen wird. Es empfiehlt sich vielmehr, die begrifflichen Bestimmungselemente einer Tatsache als abhängig von einander anzusehen, einfach in dem rein logischen Sinne, wie dies der Mathematiker, etwa der Geometer tut. Die Kräfte treten uns ja durch den Vergleich mit dem Willen näher; vielleicht wird aber der Wille noch klarer durch den Vergleich mit der Massenbeschleunigung."

Aus allen diesen Sätzen, besonders aber dem letzten, geht wohl der vollkommene Gegensatz zwischen Mach und dem alten Materialismus klar hervor. Während der letztere sich die Hoffnung machte, aus wenigen, einfachen und unerschütterlichen Grundlagen heraus mit zwingender Notwendigkeit die Zusammenhänge im bunten Bild der Erscheinungen mit logischer Konsequenz und mathematischer Sicherheit herzuleiten und so die notwendigen

*) Ibid. Seite 268.

Folgen aus den Naturgesetzen auf die wirklichen Ursachen zurückzuführen, bezeichnet Mach den Glauben an ein Zurückführen eines Tatsachenzusammenhanges auf erkennbare Ursachen als „Fetischismus“. Der tatsächliche Stillstand und Rückgang der materialistischen Entwicklung und die vielen historisch-kritischen Beispiele, die Mach anzuführen weiß, und die seine Vorträge immer wieder außerordentlich lesenswert und lehrreich erscheinen lassen, haben zur Zeit den Ansichten Machs ein erhebliches Übergewicht über die älteren Anschauungen gesichert, ob aber nicht doch im Werdegang der Wissenschaft auch wieder einmal ein Umschwung nach der anderen Richtung hin erfolgen wird, kann nur die Zukunft zeigen. Die Hertzsche Mechanik hätte, wenn sie zur Durchbildung gekommen wäre, vielleicht den Anfang bilden können.

Den gegenwärtigen Standpunkt Machs können wir jedoch nicht vollständig verstehen, wenn wir nicht auch die dritte Gruppe seiner Arbeiten betrachten. Mach ist nicht Naturforscher allein, sondern auch Philosoph und als solcher beschränkt er sich nicht allein auf Sammlung und Ordnung naturwissenschaftlicher Daten, sondern er geht auch aufs Ganze. Den tiefgehenden Dualismus, den das materialistische Denken immer hinterläßt, indem es, von dem erkennenden Ich ausgehend, die objektive Welt in unerbittlicher, logischer Strenge in Gedanken nachzukonstruieren unternimmt und dadurch sich selbst verhindert, das denkende Ich in der objektiven Welt wiederzufinden, dieser Dualismus, der der Descartesschen Denkrichtung immer eigen ist, ist auch von Mach empfunden worden. Gerade um aus ihm herauszukommen, hat er andere Wege gesucht und so sagt er denn im Vorwort zur vierten Auflage seiner Analyse der Empfindungen: „Als es mir vor ungefähr dreieinhalb Dezennien gelang, den hier eingenommenen Standpunkt durch Überwindung meiner

eigenen Vorurteile zu befestigen und mich von der größten intellektuellen Unbehaglichkeit meines Lebens zu befreien, gewährte mir dies einige Befriedigung".

Die Naturwissenschaft erstreckt sich auf alle Beobachtungen, die wir in der Natur machen können, und indem die beobachteten Vorgänge zu Erfahrungen zusammengefaßt werden, läßt die Naturwissenschaft zusammenhängende Bilder der einzelnen Erscheinungsgebiete, die der Beobachtung zugänglich sind, entstehen. Da sich nun mehrere solcher Erscheinungsgebiete von einander durch die Mittel, die zu ihrer Beobachtung und Darstellung benutzt werden, unterscheiden lassen, so entstehen zunächst auch verschiedene Zweige der Naturwissenschaft. Im Bereich der physikalischen Wissenschaften richten wir unsere Beobachtungen auf die Dinge außer uns und suchen das Ergebnis derselben in mathematischer Form darzustellen, wozu die zahlenmäßige Festlegung der Beobachtungsdaten den Anfang bildet; Begriffe aus einem anderen Gebiet, wie z. B. der der Kraft, werden nur herangezogen, soweit sie sich mathematisch vollkommen definieren lassen. In dem Bereich der biologischen Wissenschaften ist die Aufmerksamkeit auch auf die äußeren Dinge gerichtet, aber zum Zusammenfassen der Mannigfaltigkeiten unter einfache Begriffe wird nicht die mathematische Form angestrebt, sondern es werden Begriffe anderen Ursprungs, wie die der Entwickelung, Verwandschaft und ähnliche herangezogen, ohne Rücksicht darauf, ob diese eventuell auch einer mathematischen Formulierung fähig sind. Der dritte Zweig der Naturwissenschaften, der psychologische, beschäftigt sich mit den Beobachtungen, die wir in uns selbst machen können, also mit unseren Empfindungen, Gefühlen, Stimmungen, und sucht die Beziehungen dieser zu den an unserem Körper nicht nur von uns allein, sondern auch von

anderen zu machenden und darum äußeren Beobachtungen aufzudecken.

So entstehen zunächst drei Zweige der Naturwissenschaft, die durch ihre verschiedenen Mittel völlig von einander getrennt sind und auch gar nicht in Widerstreit mit einander geraten können, wobei aber der dritte Zweig die Erfahrungen der beiden anderen und der zweite die des ersten in reichem Maße mitbenutzen wird. Die Naturwissenschaften liefern so drei Reiche von Bildern, die sich zu der Gesamtheit unseres Wissens von der Natur ergänzen; aber diese drei Reiche schließen sich nicht lückenlos an einander an. Mit verschiedenen Mitteln gewonnen, vermag der eine Bilderkreis sich nicht durch sich selbst zu erweitern und auch den nächsten Bilderkreis mit zu umfassen. Das Bedürfnis, zu einem einheitlichen Gesamtbilde der Welt emporzusteigen, hat den Naturforscher immer wieder veranlaßt, sein eigenes Gebiet zu verlassen und philosophische Prinzipien zur Überbrückung der Trennungslinien zwischen den einzelnen Zweigen aufzustellen. So war es keine Naturwissenschaft mehr, sondern philosophisches Dogma, wenn der Materialismus die Methode der Mathematik für die Gesamtheit der Naturwissenschaft forderte und mit den Grenzen der Mathematik auch die Grenzen der Naturwissenschaft zusammenfallen ließ.

So wird jetzt auch Mach ein Philosoph, sobald er beginnt, das Gebiet seiner psychologischen Beobachtungen so zu erweitern, daß er von hier aus ein einheitliches Weltbild zu gewinnen meint. Der Weg, den Mach hierzu beschreitet, ist der, daß er den Unterschied zwischen der philosophischen inneren Beobachtung und der biologisch-physikalischen äußeren als nur scheinbar bezeichnet, indem er darauf hinweist, daß im Grunde alle unsere Erlebnisse auf unseren Empfindungen, also auf inneren Beobachtungen beruhen. Die Unterscheidung

zwischen unseren subjektiven und den objektiven Empfindungen ist nur dadurch entstanden, daß wir einem gewissen Empfindungskomplex, den wir uns aus praktischen Gründen zu einer Einheit zusammenzufassen gewöhnt haben, dem Ich-Komplex, eine größere und besondere Bedeutung in der Gesamtheit zugestehen, als den anderen. In Wahrheit sind nach Mach alles, was wir wissen können, nur Empfindungselemente und ihre Beziehungen untereinander. So werden die Verschiedenheiten, die zwischen den Zweigen der Naturwissenschaft bestehen, durch eine philosophische Lehre ausgeglichen und der Weg zur Gewinnung eines einheitlichen Weltbildes wird geebnet.

Einige Sätze aus Machs Schriften mögen dies deutlicher werden lassen. Schon in dem Vortrag über „Die ökonomische Natur der physikalischen Forschung“ finden wir folgenden charakteristischen Satz:*) „Sehen wir uns den Sachverhalt unbefangen an. Die Welt besteht aus Farben, Tönen, Wärmen, Drucken, Räumen, Zeiten usw., die wir jetzt nicht Empfindungen und Erscheinungen nennen wollen, weil in beiden Namen schon eine einseitige, willkürliche Theorie liegt. Wir nennen sie einfach Elemente. Die Erfassung des Flusses dieser Elemente, ob mittelbar oder unmittelbar, ist das eigentliche Ziel der Naturwissenschaft. So lange wir uns, den eigenen Körper nicht beachtend, mit der gegenseitigen Abhängigkeit jener Gruppe von Elementen beschäftigen, welche, die fremden Körper, Menschen und Tiere eingeschlossen, ausmachen, bleiben wir Physiker.

Wir untersuchen z. B. die Änderung der roten Farbe eines Körpers durch Änderung der Beleuchtung. Sobald wir aber den besonderen Einfluß jener Elemente auf dieses Rot betrachten, welche unseren Körper ausmachen, der sich durch die bekannte Perspektive mit unsichtbarem

*) Ibid. Seite 225.

Kopf auszeichnet, sind wir im Gebiete der physiologischen Psychologie. Wir schließen die Augen und das Rot mit der ganzen sichtbaren Welt ist weg. So liegt in dem Wahrnehmungsfelde eines jeden Sinnes ein Teil, welcher auf alle übrigen einen anderen und stärkeren Einfluß ausübt, als jene aufeinander. Hiermit ist aber auch alles gesagt. Mit Rücksicht darauf bezeichnen wir alle Elemente, sofern wir sie als abhängig von jenem besonderen Teil (unserem Körper) betrachten, als Empfindungen. Daß die Welt unsere Empfindung sei, ist in diesem Sinne nicht zweifelhaft. Aus dieser vorübergehenden Auffassung aber ein System für's Leben zu machen, dessen Sklaven wir bleiben, werden wir so wenig nötig haben, als der Mathematiker, wenn er eine vorher konstant gesetzte Reihe von Variablen einer Funktion nun variabel werden läßt, oder wenn er die unabhängigen Variablen tauscht, obgleich ihm dies mitunter überraschende Aussichten verschafft."

Am eingehendsten hat Mach seinen philosophischen Standpunkt in seinem Werke „Analyse der Empfindungen" ausgesprochen, und deswegen mögen aus diesem Werke noch einige Stellen angeführt werden, obwohl es natürlich nicht möglich ist, in dem engen Rahmen einer Vorlesung den ganzen eigenartigen Standpunkt, der uns hier entgegentritt, so zu schildern, daß der Neuling auf diesem Gebiete zur vollen Einsicht der Bedeutung dieser Auffassung gelangt. Diese kann nur durch selbständiges Studium der Schriften Machs gewonnen werden. Charakteristische Aussprüche Machs, die helles Licht auf seine Anschauungen werfen, sind folgende:

*) „Wir sehen einen Körper mit der Spitze S. Wenn wir S berühren, zu unserem Leib in Berührung bringen, erhalten wir einen Stich. Wir können S sehen, ohne den

*) Analyse der Empfindungen 5. Aufl. Seite 9.

Stich zu fühlen. Sobald wir aber den Stich fühlen, werden wir S an der Haut finden. Es ist also die fühlbare Spitze ein bleibender Kern, an den sich der Stich unter Umständen wie etwas Zufälliges anschließt. Bei der Häufigkeit analoger Vorkommnisse gewöhnt man sich endlich, alle Eigenschaften der Körper als von bleibenden Kernen ausgehende, durch Vermittelung des Leibes dem Ich beigebrachte „Wirkungen", die wir Empfindungen nennen, anzusehen. Hiermit verlieren aber diese Kerne ihren ganzen sinnlichen Inhalt, werden zu bloßen Gedankensymbolen. Es ist dann richtig, daß die Welt nur aus unseren Empfindungen besteht. Wir wissen aber dann eben nur von unseren Empfindungen, und die Annahme jener Kerne, sowie eine Wechselwirkung derselben, aus welcher erst die Empfindungen hervorgehoben würden, erweist sich als gänzlich müssig und überflüssig. Nur dem halben Realismus oder dem halben Kritizismus kann eine solche Ansicht zusagen."

Mach unterscheidet bei seinen weiteren Überlegungen gern drei verschiedene Komplexe von Empfindungen, der Komplex A B C soll die Farben, Töne, Drucke usw. umfasssen, die wir gewöhnlich Körper nennen, K L M soll den Komplex bezeichnen, den wir sonst unseren Leib nennen und α β γ soll den Komplex unserer Willensempfindungen, Erinnerungsbilder usw. umfassen. Über diese drei Komplexe äußert sich Mach in folgender Weise: *) Gewöhnlich wird der Komplex α β γ . . . K L M . . . als Ich dem Komplex A B C gegenübergestellt. Nur jene Elemente von A B C, welche α β γ stärker alterieren, wie einen Stich, einen Schmerz, pflegt man bald mit dem Ich zusammenzufassen. Später zeigt sich aber durch Bemerkungen der oben angeführten Art,

*) C. c. S. 10.

daß das Recht, A B C zum Ich zu zählen, nirgends aufhört. Dem entsprechend kann das Ich so erweitert werden, daß es schließlich die ganze Welt umfaßt.“ —
— — — — — — — — — — — — — — — — —

„Bei oberflächlicher Betrachtung scheint der Komplex $\alpha\ \beta\ \gamma$ aus viel flüchtigeren Elementen zu bestehen als A B C und K L M, in welchen letzteren die Elemente stabiler und in mehr beständiger Weise (als feste Kerne) geknüpft zu sein scheinen. Obgleich bei weiterem Zusehen die Elemente aller Komplexe sich als gleichartig erweisen, so schleicht sich doch auch nach dieser Erkenntnis die ältere Vorstellung eines Gegensatzes von Körper und Geist leicht wieder ein. Der Spiritualist fühlt wohl gelegentlich die Schwierigkeit, seiner vom Geist geschaffenen Körperwelt die nötige Festigkeit zu geben, dem Materialisten wird es sonderbar zu Mut, wenn er die Körperwelt mit Empfinden beleben soll. Der durch Überlegung erworbene monistische Standpunkt wird durch die älteren, stärkeren, instinktiven Vorstellungen leicht wieder getrübt.“

Die besondere Stellung, die dem Ich in dieser Welt von Empfindungen zukommt, wird durch folgenden Satz ausgesprochen*): „Daß aus diesem Elementenkomplex, welcher im Grunde nur einer ist, der Körper und das Ich sich nicht in bestimmter für alle Fälle zureichender Weise abgrenzen lassen, wurde schon gesagt. Die Zusammenfassung der mit Schmerz und Lust am nächsten zusammenhängenden Elemente in einer ideellen denkökonomischen Einheit, dem Ich, hat die höchste Bedeutung für den im Dienste des schmerzmeidenden und lustsuchenden Willens stehenden Intellekt. Die Abgrenzung des Ich stellt sich daher instinktiv her, wird geläufig und befestigt sich viel-

*) C. c. S. 18.

leicht sogar durch Vererbung. Durch ihre hohe praktische Bedeutung nicht nur für das Individuum, sondern für die ganze Art machen sich die Zusammenfassungen „Ich" und „Körper" instinktiv geltend und treten mit elementarer Gewalt auf. In besonderen Fällen aber, in welchen es sich nicht um praktische Zwecke handelt, sondern die Erkenntnis Selbstzweck wird, kann sich diese Abgrenzung als ungenügend, hinderlich, unhaltbar erweisen.

Nicht das Ich ist das Primäre, sondern die Elemente. Die Elemente bilden das Ich. Ich empfinde Grün, will sagen, daß das Element Grün in einem gewissen Komplex von anderen Elementen (Empfindungen, Erinnerungen) vorkommt. Wenn ich aufhöre, Grün zu empfinden, wenn ich sterbe, so kommen die Elemente nicht mehr in der gewohnten geläufigen Gesellschaft vor. Damit ist alles gesagt. Nur eine ideelle, denkökonomische, keine reelle Einheit hat aufgehört zu bestehen. Das Ich ist keine unveränderliche, bestimmte, scharf begrenzte Einheit. Nicht auf die Unveränderlichkeit, nicht auf die bestimmte Unterschiedbarkeit von andern und nicht auf scharfe Begrenzung kommt es an, denn alle diese Momente variieren schon im individuellen Leben von selbst, und deren Veränderung wird vom Individuum sogar angestrebt. Wichtig ist nur die Kontinuität." — — — — — —

*) „Das Ich ist unrettbar. Teils diese Einsicht, teils die Furcht vor derselben führen zu den absonderlichsten, pessimistischen und optimistischen, religiösen, asketischen und philosophischen Verkehrtheiten. Der einfachen Wahrheit, welche sich aus der psychologischen Analyse ergibt, wird man sich auf die Dauer nicht verschließen können. Man wird dann auf das Ich, welches schon während des individuellen Lebens vielfach variiert, ja

*) Ibid. Seite 20.

im Schlaf und bei Versunkenheit in eine Anschauung, in einen Gedanken, gerade in den glücklichsten Augenblicken teilweise oder ganz fehlen kann, nicht mehr den hohen Wert legen. Man wird dann auf individuelle Unsterblichkeit gern verzichten, und nicht auf das Nebensächliche mehr Wert legen als auf die Hauptsache. Man wird hierdurch zu einer freieren, verklärteren Lebensauffassung gelangen, welche Mißachtung des fremden Ich und Überschätzung des eigenen ausschließt. Das ethische Ideal, welches sich auf dieselbe gründet, wird gleich weit entfernt sein von jenem des Asketen, welches für diesen biologisch nicht haltbar ist, und zugleich mit seinem Ursprung erlischt, wie auch von jenem des Nietzeschen frechen „Übermenschen", welches die Mitmenschen nicht dulden können, und hoffentlich nicht dulden werden."

Es ist sehr schwer, wenn man zum erstenmal einem derartigen philosophischen Gedankengang begegnet, sich in denselben hineinzufinden. Es bedarf eines gewissen Willens und Strebens, ihn sich zu eigen zu machen, das heißt ihn zu verstehen. Vielleicht gelingt dies leichter, wenn man sich vergegenwärtigt, daß derselbe zum Ziel hat, eine „monistische" Einheit herzustellen zwischen und über den drei verschiedenen und voneineinander getrennten Reichen der Naturwissenschaft, und daß er uns die Aufgabe stellt, unsere Gedanken den Verhältnissen so anzupassen, daß sie sich in solcher Einheit zusammenfinden.

Daß es Mach in der Tat hauptsächlich um Herstellung einer höheren Einheit zwischen den Zweigen der Naturwissenschaft zu tun ist, geht auch aus folgenden Sätzen hervor:*) „Welchen Gewinn zieht nun die Physik aus den vorausgehenden Untersuchungen? Zunächst fällt ein

*) Ibid. Seite 253.

sehr verbreitetes Vorurteil und mit diesem eine Schranke. Es gibt keine Kluft zwischen Psychischem und Physischem, kein Drinnen und Draußen, keine Empfindung, der ein äußeres von ihr verschiedenes Ding entspräche. Es gibt nur einerlei Elemente, aus welchen sich das vermeintliche Drinnen und Draußen zusammensetzt, die eben nur je nach unserer temporären Betrachtung drinnen oder draußen sind." — — — —

*) „Wer aber an den Zusammenschluß der Wissenschaften zu einem Ganzen denkt, muß nach einer Vorstellung suchen, die er auf allen Gebieten festhalten kann. Wenn wir nun die ganze materielle Welt in Elemente auflösen, welche zugleich auch Elemente der psychischen Welt sind, die als solche letztere gewöhnlich Empfindungen heißen, wenn wir ferner die Erforschung der Verbindung, des Zusammenhanges, der gegenseitigen Abhängigkeit dieser gleichartigen Elemente aller Gebiete als die einzige Aufgabe der Wissenschaft ansehen; so können wir mit Grund erwarten, auf dieser Vorstellung einen einheitlichen, monistischen Bau aufzuführen und den leidigen, verwirrenden Dualismus los zu werden. Indem man die Materie als das absolut Beständige und Unveränderliche ansieht, zerstört man ja in der Tat den Zusammenhang zwischen Physik und Psychologie."

Dieser Standpunkt Machs ist nicht ohne hervorragende praktische Bedeutung, insofern er wohl imstande sein kann, für die Wege der naturwissenschaftlichen Untersuchungen neue nutzbringende Richtungen zu zeigen und alte Vorurteile zu beseitigen. Wir finden dies angedeutet in folgendem Satze: †) „Gewiß ist das Ich nicht erschöpft, wenn man, ganz vorläufig, sagt, es bestehe in

*) Ibid. Seite 255.
†) Ibid. Seite 292.

einem eigenartigen Zusammenhang der Elemente, solange die Art dieses Zusammenhanges im einzelnen nicht erforscht ist. Aber die hierher gehörenden Einzelprobleme wird nicht die Spekulation lösen, sondern die Lösung wird zunächst den Psychologen, Physiologen und Psychiatern zufallen, welchen wir manche wichtige Aufklärung über dieselbe verdanken. Der physische Untergrund des Ich, der Leib, wird die Anhaltspunkte liefern, welche die introspektive Psychologie nur sehr unvollständig beschaffen kann."

Die Machsche Philosophie ist entstanden aus dem Wunsche, die Grenzscheiden zwischen den Hauptzweigen der Naturwissenschaft fallen zu sehen, denn ebenso wie über die Übergänge vom Physischen zum Physiologischen finden wir bei ihm auch viele Betrachtungen über die Zwischenstufen vom Organischen zum Leblosen. Aber sie ist deswegen eine echte Philosophie oder richtiger Metaphysik, denn sie befriedigt ihren Wunsch durch Aufgreifen eines Gedankens, der lediglich erfunden wurde, um einen Weg zur Erfüllung des Wunsches zu finden. Darin gleicht Machs Lehre völlig den drei vorher besprochenen Systemen; der metaphysische Grundgedanke, auf dem die Einheit des Systems beruht, wirkt nicht durch sich selbst überzeugend, sondern nur im Hinblick auf die Aufgaben, die er zu lösen verspricht. Die Folge davon ist, daß die Frage, welches der genannten Systeme mehr Anspruch auf Richtigkeit oder Wahrheit erheben darf, nicht durch philosophische Schlüsse gelöst werden kann, sondern nur entschieden wird durch die Erfolge, welche jede dieser Richtungen auf dem Gebiete der Naturwissenschaft zu erwecken vermag. Diese geht unbeirrt ihren Weg vorwärts, schöpft einmal hier, einmal da ihre fruchtbringenden Gedanken; ihre Leistungen bringen uns neue Wahrheiten, und je mehr diese hervorgewachsen sind auf

dem Boden eines besonderen metaphysischen Gesichtskreises, desto mehr wird dieser vorübergehend zur allgemeinen Anerkennung gelangen. Die Erfolge der Naturwissenschaft bleiben also der einzige Maßstab für die größere oder geringere Bedeutung des einen oder anderen metaphysischen Systems; da diese Erfolge wechseln, bald in dieser, bald in jener Richtung schneller fortschreiten, so wird auch keine derartige Metaphysik den Anspruch auf Alleinherrschaft erheben können; eine Philosophie, die über allen Sonderwissenschaften steht und sie alle meistern könnte, haben wir in den besprochenen Systemen überhaupt nicht. Nur nach ihren Früchten können wir den Wert vorhandener philosophischer Systeme erkennen.

Im Machschen System ist in allen Stücken das gerade Gegenteil vom wissenschaftlichen Materialismus erreicht. Bei letzterem vorwiegend mathematische Deduktion, streng logische Form, überall zwingende Notwendigkeit, Deutung aller Erscheinungen auf Grund mechanischer Vorstellungen; bei jenem ständige Betonung des Beobachteten, ängstliches Vermeiden des Erzeugens von Phantasiegebilden, die das Jenseits der Empfindungen darstellen sollen, absolute Unabhängigkeit von irgend welchen logischen und mathematischen Vorurteilen, ständige Forderung, unsere Gedanken den Tatsachen, das ist den Beobachtungen, den Empfindungen, so anzupassen, daß nichts fremdes hineinkommt, das die Einheitlichkeit stören würde.

Daß Mach aber auch wirklich ganz Philosoph ist, der über das Gebiet der Naturwissenschaft hinausgeht, zeigt sich auch darin, daß er keinen Augenblick Bedenken trägt, seine Ansichten auch auf das Gebiet der Ethik anzuwenden. Wir finden hierzu in seinem Werke „Erkenntnis und Irrtum“ folgende bemerkenswerten Sätze. Nachdem er

vorher kurz die Hexenverfolgungen des 15. bis 17. Jahrhunderts erwähnt hat, alsBeispiele für durch ihren Glauben irregeführte Menschen, die noch nicht verstanden, durch richtige Beobachtungen Erkenntnisse zu gewinnen, sagt er*): „Dieser furchtbare, Jahrhunderte währende Wahn mit seinen schrecklichen verwüstenden Folgen sollte die Menschheit warnen, sich von irgend einem Glauben die Lebenswege vorschreiben zu lassen."

Gegen Ende des gleichen Werkes finden wir die Worte†): „Er (der Naturforscher) wird hoffen, daß, so wie es ihm gelingt, in einem kleineren Gebiet eine Tatsache durch die andere zu erläutern, auch nach und nach die beiden Gebiete des Physischen und Psychischen sich gegenseitig aufklären werden. Es handelt sich ja nur darum, die Ergebnisse der physikalischen und psychologischen Beobachtung im einzelnen genauer zum Zusammenstimmen zu bringen, als es schon geschehen ist; an der Beziehung beider im allgemeinen zweifelt niemand mehr. An zwei unabhängige oder nur in loser Beziehung stehende Welten kann man nicht mehr denken. Die Verbindung derselben durch ein unbekanntes Drittes (!) hat aber als Erklärung gar keinen Sinn; solche Erklärungen haben hoffentlich für immer allen Kredit verloren."

Machs Monismus besteht hiernach darin, daß er alle Vorgänge, auch die religiösen, im Innern des menschlichen Gemütes seiner psychologisch - naturwissenschaftlichen Analyse unterwerfen will. Nur die sinnliche Wirklichkeit hat für ihn Sinn und Wert, jede diese Wirklichkeit verlassende Idee führt ab vom Wege der Erkenntnis und führt zum Irrtum.

Fassen wir jetzt noch einmal kurz zusammen, was sich über die Art der bisher besprochenen Systeme aus-

*) Erkenntnis und Irrtum, Seite 88.

†) Ibid. Seite 451.

sagen läßt, so läßt sich vielleicht ein Gleichnis recht gut auf dieselben anwenden, das Ostwald in seinen Vorlesungen erzählt. Es handelt sich um die Frage, festzustellen, was ein Kamel sei. Diese Frage zu lösen, würden die verschiedenen Völker sehr verschieden sich benehmen. Der Engländer nimmt sein Gewehr, reist dorthin, wo das Kamel zu finden ist, schießt eins, stopft es aus, bringt es heim und zeigt seinen Landsleuten: Das ist es, seht es euch an, dann wißt ihr Bescheid. Der Franzose geht in seinen zoologischen Garten in Paris und sucht es dort auf, um es anzusehen; findet er dort kein Kamel, so wird er schließen, daß es überhaupt keins geben kann. Der Deutsche dagegen geht nur auf seine Studierstube und wird sich das Wesen des Kamels aus der Tiefe seines Gemütes herauskonstruieren.

Dem Verhalten des Engländers möchte die Philosophie von Mach zu vergleichen sein; nur das sinnlich greifbare hatWert, ob etwas Unbekanntes dahinter steckt, wäre unpraktisch zu fragen. Baco war ein solcher Engländer. Die Systeme von Häckel und Ostwald erinnern an die Methode des Franzosen. Eine bestimmte Form, ein Ideengerüst ist da, in dieses muß alles hineinpassen; und will etwas nur gar zu schlecht hineingehen, so wird seine Richtigkeit oder gar seine Existenz geleugnet. Die Methode des Deutschen kommt in jenem Gleichnis recht schlecht weg, und doch, wer wird nicht in dieser Methode die des wissenschaftlichen Materialismus wiedererkennen? Daß in dieser Methode ein Fehler liegen muß, leuchtet wohl ein, der Materialismus in seiner einseitigen Form ist ja auch in der Tat überwunden, wie die nächste Vorlesung zeigen wird, daß aber trotzdem in dieser Methode ein wertvoller Kern von Wahrheit stecken muß, ergibt sich daraus, das keine naturphilosophische Weltanschauung auch nur annähernd die wissen-

schaftlichen Erfolge aufzuweisen hat, wie gerade der Materialismus.

Jedenfalls kommen wir immer wieder darauf hinaus: aus sich selbst heraus kann keine einzige Naturphilosophie sich als die allein richtige erweisen, nur die naturwissenschaftlichen Erfolge sind es, mit der sie wächst und fällt. Jede Naturphilosophie ist nur eine willkürlich erdachte Methode, lediglich zu dem Zweck, zwischen den infolge der Verwendung verschiedener Mittel in mehrere Zweige auseinandergehendenNaturwissenschaften wieder eineVerbindung herzustellen und so ein einheitliches Ganzes zu erhalten, das man dann naturwissenschaftliche Weltanschauung nennt. Die Zulässigkeit einer solchen Weltanschauung hängt aber ganz davon ab, ob sie mit den Ergebnissen der Naturwissenschaft übereinstimmt, ob sie dieselben fördert oder hemmt. Wer daher über Naturphilosophie sich ein Urteil bilden will, muß immer und immer wieder zur Naturwissenschaft zurückkehren, muß diese verfolgen und die wirksamen, treibenden Kräfte in ihr herausspüren. Keine Naturphilosophie kann der Naturwissenschaft die Bahn vorschreiben, sondern die letztere ist der alleinige Maßstab für die Zulässigkeit der ersteren. Daher wollen wir nun auch in den nächsten Vorlesungen auf die wirklichen Fortschritte der Naturwissenschaft eingehen.



Sechste Vorlesung.

Moderne Physik.
Helmholtz, Boltzmann, Poincaré.

Drei moderne naturphilosophische Systeme wurden in den vorangehenden Vorlesungen besprochen: diejenigen von Häckel, Ostwald, Mach; sie bestehen zurzeit alle drei in wissenschaftlichen Kreisen nebeneinander, und außer ihnen findet sich noch eine Menge von Zwischenstufen und Variationen. Daß sie gleichzeitig bestehen können und zugleich jede der anderen immer unverständlich bleibt und doch für sich den Anspruch erhebt, das allein vernünftige System zu sein, beweist deutlich, daß verschieden veranlagte Naturen durchaus verschiedenen Denkrichtungen folgen können, und daß die durch diese Verschiedenheit von Anfang an angenommene ungleiche Naturauffassung nicht durch philosophische Belehrung wieder ausgeglichen werden kann; denn in dieser kommt die Verschiedenheit der Denkrichtung nur genauer zum Ausdruck. Welche Richtung in Laienkreisen, die nicht aus eigener Mitarbeit zur Bildung einer selbständigen Meinung in Fragen der Naturwissenschaft gelangen, am meisten Anhang findet, hängt nicht von einem größeren Gehalt innerer Wahrheit ab, denn darüber kann niemand entscheiden,

am wenigsten die Laienkreise, sondern nur von der größeren Zuversicht und Bestimmtheit, mit der die Ansichten vorgetragen werden und der größeren Verallgemeinerung, die ihnen gegeben wird. Beides aber sind Dinge, durch welche die betreffende Naturphilosophie sich am weitesten vom echten wissenschaftlichen Geiste entfernt. Es ist wohl kein Zweifel, daß Häckel hierin zurzeit am weitesten geht.

Vor dem Erstarken der genannten drei Richtungen hatte der wissenschaftliche Materialismus so ziemlich die Alleinherrschaft in wissenschaftlichen Kreisen und hatte wohl eine Zeitlang als das einzig zulässige und vernünftige System gegolten. Wie schon mehrfach erwähnt, ist dieser wissenschaftliche Materialismus überwunden worden, und es liegt nahe, zu denken, daß das Aufkommen der neuen Systeme ihn verdrängt hat; doch das ist durchaus nicht der Fall. Der wissenschaftliche Fortschritt selbst erwies die Unzulänglichkeit des Materialismus, und diese Fortschritte mußten erst da sein, danach erst konnte die Naturphilosophie ihre neuen Gedanken entwickeln. Darwin mußte erst wissenschaftliche Ergebnisse vorzeigen, dann erst konnte Häckel darüber philosophieren, die Thermodynamik mußte sich zur Thermochemie entwickelt haben, bevor Ostwald den Energiebegriff zum Mittelpunkt seiner Philosophie machen konnte, und Kirchhoffs nüchterne Klarheit mußte das Wesen mathematischer Darstellung gekennzeichnet haben, bevor Machs Spekulationen Beifall finden konnten. Das Entscheidende für das Verständnis der ganzen modernen Naturphilosophie liegt also in der Frage: Wie war es der Naturwissenschaft, besonders der theoretischen Physik möglich, aus den Schranken des klassischen Materialismus, dem sie ihren gewaltigen Aufschwung verdankte, wieder herauszukommen?

Es war ein Wendepunkt in der Geschichte der Physik, als Kirchhoff, einer der bedeutendsten Lehrer der mathematischen Physik, seine Vorlesung über die Mechanik mit den Worten begann: „Die Mechanik ist die Wissenschaft von der Bewegung; als ihre Aufgabe bezeichnen wir: die in der Natur vor sich gehenden Bewegungen vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben.“ Was soll das heißen? Zum ersten Mal sagt hier ein Physiker, daß er nicht erklären will, sondern nur beschreiben, und er findet sofort unter den Fachgenossen Verständnis und Anerkennung.

Es ist nötig, daß wir diese Wendung vollkommen genau verstehen; ein Beispiel wird uns am besten dazu helfen. Wenn ein Stein herunterfällt, so können wir feststellen, daß die durchfallenen Höhen sich wie die Quadrate der Fallzeiten verhalten, und wir schreiben das dann in der Form $s = {}^1/_2 gt^2$, wo s die Höhe, t die Zeit, g die Gravitationskonstante ist. Diese Gleichung sagt alles, was wir am fallenden Stein wahrnehmen können, sie beschreibt das Fallen wirklich so vollständig, wie nur zu wünschen ist. Aber die Physik war nicht zufrieden, sie fragte: Warum fällt der Stein in dieser Weise? Die „Erklärung“ war: weil er mit konstanter Kraft von der Erde angezogen wird. Der Mathematiker mußte dies formulieren, und dazu definierte er die Kraft als Produkt aus Masse mal Beschleunigung und konnte dann das Fallgesetz schreiben:

$$m \frac{d^2 s}{dt^2} = mg$$

Diese Gleichung läßt sich rein mathematisch aus der ersten ableiten und auch umgekehrt, die erste aus der zweiten; wenn die eine richtig ist, ist es auch die andere. Inhaltlich sagen beide dasselbe; die zweite sagt uns daher auch sachlich nichts anderes, neues über das Fallen des Steines; sie sagt dasselbe nur in anderer

Form. Beide stellen gleich gut das tatsächlich zu Beobachtende dar, sie beschreiben dasselbe. Für den Mathematiker ist die eine Form genau so viel wie die andere; in diesem Falle sind sogar beide gleich einfach. Bei verwickelteren Formen zeigt sich, daß meistens die Einführung der Beschleunigungen, des zweiten Differentialquotienten, die Gleichungen einfacher gestaltet, so daß die Aufstellung der Differentialgleichungen im allgemeinen die kürzeste und allgemeinste mathematische Wiedergabe des Tatsächlichen ist.

Erst der Philosoph in uns ist es, der sich bei den Differentialgleichungen mehr denkt, als in ihrer mathematischen Form liegt; er nennt den zweiten Differentialquotienten eine Kraft und meint, im Bewußtsein der eigenen Fähigkeit Kraft zu äußern, durch Einführung dieses Begriffes außer dem, was die Gleichungen sagen, noch mehr von der Natur zu erfahren, nämlich die wirklichen in ihr vorhandenen und wirksamen Kräfte kennen zu lernen. Kirchhoffs Ausspruch sagt nichts weiter als: der Naturforscher hat stets bei dem zu bleiben, was er als Tatsächliches feststellen kann; wenn der Philosoph sich dann mehr dabei denkt, als in den Tatsachen allein liegt, so mögen das die Philosophen unter sich ausmachen; die Naturwissenschaft soll sich dadurch nicht auf Irrwege verleiten lassen.

Genau dem gleichen Gedankengang haben sich seitdem die Physiker allgemein angeschlossen. Helmholtz leitet seine berühmte Jugendarbeit über „die Erhaltung der Kraft“ mit einer philosophischen Erläuterung ein, in der er ganz den rein materialistischen Standpunkt vertritt, der in einem Zurückführen aller Vorgänge auf Atome mit Kräften die einzig mögliche naturwissenschaftliche Erklärung erblickt. Beim Wiederabdruck der Arbeit 1881 in Ostwalds „Klassikern“ beginnen die Zusätze mit den

Worten: „Die philosophischen Erörterungen der Einleitung sind durch Kants erkenntnistheoretische Ansichten stärker beeinflußt, als ich jetzt noch als richtig anerkennen möchte. Ich habe mir erst später klar gemacht, daß das Prinzip der Kausalität in der Tat nichts anderes ist als die Voraussetzung der Gesetzlichkeit aller Naturerscheinungen. Das Gesetz, als objektive Macht anerkannt, nennen wir Kraft.“

Noch deutlicher spricht er sich in seinen Vorlesungen über theoretische Physik aus, die nach seinem Tode veröffentlicht wurden. In dem ersten Bande dieser Vorlesungen beginnt er bei der Darstellung der Mechanik zunächst mit der Aufstellung und Erläuterung der drei Newtonschen Prinzipien ganz in der Newtonschen Form. So erhält er die Newtonschen Grundgleichungen der Mechanik und durch Addition und Zusammenfassen derselben werden die ersten allgemeinen Summensätze gefunden, die Sätze von der Erhaltung des Schwerpunktes und der Flächensatz. Hier wird nun die wichtige Bemerkung gemacht, daß erst diese Sätze es sind, deren Richtigkeit wir in der Erfahrung prüfen und bestätigen können. Diese Summensätze, zu denen später noch eine Reihe andere, wie der Energiesatz, das Prinzip der kleinsten Wirkung und ähnliche hinzukommen, stellen Aussagen dar, denen offenbar nach allem, was wir von der Natur kennen, eine große allgemeine Gültigkeit zukommt. Daraus folgt, nach Helmholtz, aber nicht, daß nun auch in Folge der Richtigkeit der Summensätze die Richtigkeit ihrer Herleitung bewiesen ist. Die vorangehende Art, dieselben zu gewinnen und uns deutlich zu machen, ist nur eine zufällig gefundene Form; man kann auch auf andere Weise zu denselben Sätzen gelangen. Jede Ableitung, die zum Beispiel noch ein System weiterer Kräfte annimmt, die sich jedoch bei Bildung der

Summensätze wieder fortheben, leistet genau das gleiche; also sind wir auch nicht berechtigt zu behaupten, daß gerade die Art, wie wir, von den einfachen Newtonschen Prinzipien ausgehend zu den Summensätzen gelangten, in das Wesen der Natur tiefer eindringt als irgend eine andere Art, solange eben nur die Summensätze und die aus ihnen sich ergebenden Folgerungen das ausmachen, was in der Erfahrung geprüft wird.

In diesem Standpunkt liegt ein großer Fortschritt, denn er bezeichnet die tatsächliche Loslösung von der materialistischen Philosophie, indem er die scharfe Trennung einführt zwischen dem, was die Naturwissenschaft tatsächlich feststellt und dem, was wir uns aus philosophischen Neigungen hinzudenken, was aber mit den Ergebnissen der Naturwissenschaft nicht notwendig verknüpft ist, sondern sie nur sehr leicht trübt und irreführt. Diese Helmholtzsche Darstellung gewinnt noch größere Bedeutung durch die Tatsache, daß von Hertz in seiner Darstellung der Prinzipien der Mechanik tatsächlich eine gänzlich andere Herleitung jener Summensätze gegeben ist. Hertz geht gar nicht vom Kraftbegriff oder von den zweiten Differentialquotienten nach der Zeit aus, sondern zeigt, daß die Einführung linearer Zusammenhänge zwischen den Teilen eines Systems, also linearer Differential-, gleichungen erster Ordnung, mathematisch genau dasselbe wenn nicht noch besseres, leistet als die Benutzung des Kraftbegriffes, denn er gelangt auch auf diesem Wege zu allen jenen mechanischen Summensätzen, ja erhält sie sogar in so klarer, übersichtlicher Form, daß dieser Darstellung ohne Zweifel in mancher Beziehung, wie auch Helmholtz zugibt, Vorzüge zuzuerkennen sind. Was Helmholtz also nur angedeutet hat, hier ist es verwirklicht, eine zweite, von der ersten gänzlich verschiedene Ableitung der Sätze der Mechanik; können wir sagen, eine der beiden ist

richtiger als die andere, der Natur mehr entsprechend? Nein! Beide sind berechtigt, beide sind verschiedene Methoden, unser mathematisches Werkzeug zu gebrauchen. Da beide auf die identischen Sätze herauskommen und nur in diesen identischen Sätzen an der Natur geprüft werden können, hat auch die Naturwissenschaft kein Interesse daran, eine der beiden Methoden vor der anderen zu bevorzugen; und wenn sie wählen soll, so wird die Naturwissenschaft nach der größeren Klarheit und Einfachheit der mathematischen Form entscheiden, denn dadurch allein hat sie Nutzen. Die Philosophie dagegen würde, wenn man sie zu Rate zieht, nach Gründen entscheiden, die sie hernimmt aus irgend welchen erdachten Vorstellungen über das Entstehen der Erkenntnis, die dann aber auf den leichteren Fortschritt der Erkenntnis meist nicht Rücksicht nehmen, den klaren Ausblick auf die wirklichen Dinge gar zu leicht trüben und die wahren Ergebnisse der Naturwissenschaft verschleiern.

Noch ein Satz aus der Einleitung zu Hertz' Mechanik sei angeführt, da er den schärfsten Ausdruck für das enthält, was die mathematische Physik heutzutage für ihre Aufgabe hält. Der Satz lautet: „Wir machen uns innere Scheinbilder oder Symbole der äußeren Gegenstände, und zwar machen wir sie von solcher Art, daß die denknotwendigen Folgen der Bilder stets wieder die Bilder seien von den naturnotwendigen Folgen der abgebildeten Gegenstände.“ In diesem Satze: „Wir machen uns Bilder“ liegt das enthalten, was auch Boltzmann auf der Naturforscherversammlung in München ausführlich zum Ausdruck gebracht hat. Wenn wir in der Physik irgend etwas mechanisch erklären, so setzen wir an die Stelle des zu Erklärenden das Bild eines Mechanismus. Die notwendigen Veränderungen, die wir von dem Mechanismus infolge seiner mathematischen Gebundenheit er-

warten müssen, erwarten wir dann auch von dem zu erklärenden Gegenstand. Wenn wir z. B. einen gasförmigen Körper erläutern durch das Bild einer großen Zahl durcheinander fliegender elastischer Körperchen, so heißt das, wir erwarten, daß die Verhältnisse zwischen der Geschwindigkeit und der Stoßkraft der elastischen Körperchen zahlenmäßig wiedergefunden werden an dem Druck und der Temperatur des gasförmigen Körpers. Wir erwarten auf Grund der bisher erprobten Beziehungen, daß alles, was sich zahlenmäßig aus dem Bilde mit Notwendigkeit ableiten läßt, auch in dem abgebildeten Gegenstande, in diesem Falle dem gasförmigen Körper, in umgedeutetem Sinne als zahlenmäßige Tatsache sich wiederfinden läßt. Wir führen diese Erwartung durch, bis sich die Übereinstimmung zwischen Bild und Wirklichkeit nicht mehr als wirklich vorhanden erweist, bis sich also zeigt, daß die Schlüsse aus dem Bilde nicht mehr auf richtige, neue Tatsachen führen.

Während früher der Materialismus in dem mechanischen Bilde das Innere der Natur gefunden zu haben glaubte, setzt Boltzmann in dem genannten Vortrage gerade auseinander, daß diese Bilder nur unsere mathematischen Hilfsmittel sind, um zahlenmäßige Beziehungen allgemeiner Art unter beobachteten Dingen aufzufinden. Nicht die Bilder sind die Erklärung der Natur, sondern die als Folgerungen aus den Bildern gefundenen allgemeinen Sätze sind Entdeckungen in der Natur. Wie sehr dieser Gedanke umgestaltend auf die Physik gewirkt hat, wie er sie aus einer Kette von Vorurteilen befreit und höchst befruchtend gewirkt hat, bedarf noch weiterer Ausführug, um ganz die völlige Überwindung des Materialismus in der Physik zu erkennen.

H. Poincaré hat in zwei sehr beachtenswerten Werken die Entwicklung und den Inhalt der wissenschaftlichen

Physik geschildert, wie sie sich zurzeit darstellt und vom alten Materialismus unterscheidet; in „Wissenschaft und Hypothese“ mehr auf die schwierigen mathematischen großen Probleme eingehend und in „Der Wert der Wissenschaft“ in einer auch für den Laien leichter verständlichen Weise. Im zweiten dieser Werke gibt er ein schönes Beispiel dafür, wie alle unsere physikalischen Erkenntnisse und „Erklärungen“ immer nur zusammenfassende mathematische Beschreibungen eines größeren Komplexes verschiedenartiger Vorgänge sind. Er weist auf die Frage nach der Wirklichkeit der Rotation der Erde hin und wir wollen in großen Zügen seinem Gedankengange uns anschließen.

Wenn unsere Erde dauernd in Nebel gehüllt wäre, so daß wir die Sonne und die Sterne jenseit des Nebelmeeres nicht wahrnehmen könnten und überhaupt die Welt als mit der Nebelgrenze abgeschlossen ansehen müßten, könnten wir dann überhaupt dazu kommen, zu sagen, die Erde dreht sich um ihre Achse? Eine solche Behauptung hätte dann offenbar gar keinen Sinn, denn, ob unser Erdball, im sonst leeren Raume schwebend gedacht, sich dreht oder nicht dreht, kann durchaus keine Erklärung für irgend etwas sein, da wir ja nichts haben, wonach wir die Drehung orientieren können. Ob wir sagen, die Erde dreht sich im leeren Raum, oder der leere Raum dreht sich um die Erde: beides ist gleich nichtssagend.

Was aber würden wir auf unserer nebelumhüllten Erde wirklich beobachten? Ein von bedeutender Höhe herabfallender Stein fällt nicht senkrecht, sondern trifft immer etwas ostwärts auf den Erdboden. Die Schwingungsebene eines langen und schweren Pendels dreht sich ganz gleichmäßig herum, an verschiedenen Orten mit verschiedener Geschwindigkeit, aber offenbar überall mit einer ganz bestimmten, gesetzmäßig zu berechnenden

Geschwindigkeit. Ein frei aufgehängter, rasch rotierender Kreisel (Gyroscop), dessen Achse zu Beginn nach Norden zeigte, macht genau die gleiche langsame Drehung wie die Pendelebene. Die vom Äquator nach Norden ziehenden Luftströme haben stets eine nordöstliche Abweichung; ebenso finden wir, daß auf langen, geraden Eisenbahnlinien, die von Süden nach Norden führen, die Züge auf die östliche Schiene einen stärkeren Druck ausüben, hier stärkere Abnutzungen bewirken, ganz so, als ob auch die von Süden nach Norden fahrenden Züge ein Streben nach Osten auszuweichen besäßen. Bei den von Norden nach Süden fahrenden Zügen ist das Streben auszuweichen nach Westen gerichtet. Alle Körper sind, mit der Federwage gemessen, am Äquator leichter als weiter nördlich oder südlich.

Das sind eine ganze Reihe von Erscheinungen, die wir auf der nebelumhüllten Erde feststellen könnten als schlichte Erfahrungstatsachen, ohne einen Zusammenhang zwischen ihnen zu vermuten. Zugleich könnten wir aber auch die Gesetze rotierender Körper untersuchen, das Beharrungsvermögen, die Zentrifugalkraft uns vergegenwärtigen. Wenn wir dann das mechanische Bild einer rotierenden Kugel, die alle kleinen Körper an ihrer Oberfläche zu sich heranzieht, mathematisch untersuchen, so sehen wir, daß auf einer solchen Kugel alle Erscheinungen so eintreten müssen, wie wir sie an der Oberfläche unserer Erde tatsächlich beobachten. Wir können daher die Gesamtheit der obengenannten Erscheinungen zusammenfassen in dem Satz: Die Bewegungen der Körper auf unserer Erde verhalten sich so, wie sie auf der Oberfläche einer rotierenden Kugel nach den Gesetzen der Mechanik sich ableiten lassen. Wenn wir daher sagen, die Erde dreht sich, so sagt das nichts weiter aus als die Erfahrungstatsache, daß alle Bewegungen sich bei uns so berechnen

lassen, wie die Mechanik es für die Oberfläche rotierender Kugeln lehrt. Der Satz: „Die Erde dreht sich“ ist also nur eine allgemeine Regel zur richtigen mathematischen Beschreibung der zu beobachtenden Bewegungen, eine „Erklärung“ derselben ist er aber nicht, denn bei der nebelumhüllten Erde hat die Behauptung, die Erde dreht sich im Raum, der für uns sonst gänzlich leer ist, gar keinen Sinn. Legt man aber mit Gewalt einen besonderen Sinn hinein und schließt etwa: wenn die Erde sich nach unserer Erfahrung wirklich dreht, so muß da draußen im Raume hinter den Nebelschleiern noch etwas Ruhendes, Festes sein, von dem aus die rotierende Erde sich betrachten läßt, wie wir die rotierende Kugel betrachten, so macht man genau den gleichen Schritt, den die Philosophie immer macht, wenn sie die Tatsachen der Naturwissenschaft zusammenfassen will in ein Einheitssystem aus Gründen, die nur einem frommen Wunsche erwachsen sind; man treibt dann nicht mehr Naturwissenschaft, sondern Metaphysik. Es ist wohl leicht zu verstehen, daß eine solche Metaphysik, bevor sie „als Wissenschaft wird auftreten können“, vorher sich rechtfertigen muß, woher sie denn ihre Gründe nimmt, aus denen sie über das entscheidet, was die Naturwissenschaft übersteigt.

Jetzt ist in Wirklichkeit unsere Erde nicht in Nebel gehüllt, wir können hinausblicken und die Sonne, die Planeten und die unendliche Zahl der Fixsterne sehen. Das Bild der Erde im Weltenraum wird unendlich erweitert. Jetzt erst, wo wir die Schar der Fixsterne in ewig gleicher Weise am Himmelsgewölbe vorüberziehen sehen, können wir im Zusammenhang mit den vorhergenannten Erscheinungen sagen: es ist einfacher, zu glauben, daß die Erde sich wirklich dreht und die unendlich vielen Sterne feststehen, als daß diese alle genau gleichmäßig wandern und mit den Bewegungserscheinungen auf unserer ewig festen Erde zu-

sammen alles nur so vortäuschen, als ob die Erde sich dreht. In den ruhenden Fixsternen erst haben wir die Gegenstände, in Bezug auf die es Sinn bekommt, zu sagen, daß die Erde sich dreht.

Betrachten wir das System von Sonne und Sternen als Ganzes, so läßt sich in diesem wieder eine Reihe von Einzelheiten aufzählen, die auf eine ganz bestimmte Weise am einfachsten in ein gemeinsames Bild sich zusammenfassen lassen. Alle Fixsterne bewegen sich gleichmäßig am Himmelsgewölbe; die Sonne ebenfalls, aber mit anderer Geschwindigkeit, und sie wandert zugleich nach aufwärts und abwärts. Die Planeten ziehen mit wechselnder Geschwindigkeit am Himmelsgewölbe hin, zuzeiten der allgemeinen Bewegungsrichtung folgend, zuzeiten aber auch ihr entgegenwandernd. Die alten Ptolemäer hatten sich ein kompliziertes System ausgedacht, nach dem sich alle diese Bewegungen um die ruhende Erde herum wohl beschreiben und berechnen ließen. Das System war richtig, denn es gab für die Vorausberechnung der Stellung von Sonne und Planeten richtige Werte, aber es war verwickelt und schwer durchzurechnen, wegen der verwickelten Cycloidenbahnen, die die Planeten im Raume beschreiben sollten. Copernikus fand, daß die Rechnung viel einfacher wird, wenn wir die Sonne als ruhend ansehen und Erde und Planeten als in Kreisen um dieselbe herumschwingend. Kepler entdeckte dann wieder, daß genaue Übereinstimmung mit den Beobachtungen erst eintritt, wenn statt der Kreise Ellipsen angenommen werden, und Newton fand schließlich, daß die Sache sich am allereinfachsten mathematisch darstellen läßt, wenn wir sagen, zwischen Sonne und Planeten bestehen unveränderliche Beschleunigungen, deren Größe nur vom Quadrat der Entfernung derselben untereinander und der Größe von Sonne und Planeten selbst abhängt. Setzt man für diese Größen bestimmte

Zahlenwerte, die aus den Beobachtungen abzuleiten sind, in die Gleichungen ein, so läßt sich alles, was wir über die Bewegung von Sonne und Planeten wissen, vollkommen vorausberechnen.

Wissen wir darum, was Sonne und Planeten im Weltenraume sind? Verstehen wir, wie dieselben sich jene Beschleunigung erteilen, woher ihnen die Kraft kommt? Gewiß nicht! Im besten Falle können wir fragen: Wissen wir, ob jener Zusammenhang der Bewegungen im Weltenraume nach dem Newtonschen Gravitationsgesetz der wirkliche Zusammenhang ist? Darauf können wir wenigstens antworten: Das glauben wir, weil die Newtonsche Darstellung zu großartig einfach, zu allumfassend und zu tausendfältig bis ins kleinste erprobt ist, als daß wir hoffen könnten, eine andere Darstellung jemals entdecken zu können, die an Genauigkeit und Einfachheit sich ihr vergleichen könnte. Wir glauben dies, und dieser Glaube wird uns zur Gewißheit, weil wir uns von der Erwartung gar nicht frei machen können, daß die Art, wie wir das Weltall am einfachsten uns begreiflich machen können, mit der Wirklichkeit auch übereinstimmen wird.

So gelangen wir, sobald wir in den Ergebnissen der Naturwissenschaft mehr sehen wollen, als vorausrechnende Beschreibungen des zu Beobachtenden, zum einfachen Glauben, und zwar zum Glauben an uns und unser Denken. Das ist der philosophische Hintergrund, auf dem stets die Naturwissenschaft ruht, sobald sie „Erklärungen" geben will. Poincaré sagt: Die Naturforscher sind übereingekommen, zu sagen, die Sonne ruht und die Planeten bewegen sich nach dem Newtonschen Gesetz um sie herum, weil dies sich als die einfachste Art erwiesen hat, sich über alle Einzelheiten dieser Bewegungen auszusprechen und zu verständigen.

Wie sehr eine scheinbar so gesicherte Erkenntnis, wie die astronomische Kenntnis der Sternbewegungen, erst durch

unsere Darstellung überhaupt eine Wahrheit wird, ergibt sich noch an weiteren Daten am Himmelsgewölbe. Die Fixsterne stehen nur scheinbar still, nur für den ungenauen Beobachter; die schärferen Messungen haben gezeigt, daß auch sie wandern, und zwar alle in gleicher Weise, alle in gleichen, kleinen Kreisbahnen, und diese Bahnen werden durchlaufen genau in der Zeit, die die Erde zum Durchlaufen ihrer Bahn braucht. Man vermutet einen Zusammenhang und findet ihn auf folgende Weise. Wir erfahren von den Sternen einzig durch die Lichtstrahlen, die durch den Weltenraum zu uns eilen. Die Lichtstrahlen aber brauchen Zeit, und indem sie auf uns zueilen, um Kunde von dem fernen Sterne zu bringen, wandert die Erde mit großer Geschwindigkeit in ihrer Bahn fort. Es begegnen sich also zwei Geschwindigkeiten und es muß ein Ergebnis entstehen, vergleichbar dem fallenden Regentropfen, den wir aus dem fahrenden Zuge beobachten. Wenn dieser auch senkrecht herunterfällt, uns scheint er schräge, im Sinne unserer Fahrtrichtung geneigt zur Erde zu kommen. So auch erscheinen der wandernden Erde die ankommenden Lichtstrahlen im Sinne der Erdbewegung geneigt anzukommen, das heißt aber, die Lage der Sterne scheint stets gegen ihre wirkliche Lage im Sinne der Erdbewegung ein wenig nach vorwärts gerückt. Dadurch findet die gleichmäßige Bewegung aller Fixsterne in kleinen Kreisen im Tempo des Erdumlaufs ihre Deutung; diese Bewegung halten wir nicht für wirklich, sondern nur für scheinbar. Aus der Größe dieser scheinbaren Bewegung hat sich die Geschwindigkeit des Lichtes berechnen lassen, und man hat Übereinstimmung erhalten mit der auf anderen Wegen gefundenen Lichtgeschwindigkeit.

Aber jetzt kommt die Schwierigkeit. Das Licht kommt zu uns aus den unendlichen Fernen; es muß einen Träger haben, wir haben diesen den Äther genannt. Die Licht-

strahlen schreiten in diesem fort, wie Wellen in einer ruhenden Flüssigkeitsmasse. Der Äther muß ruhen, und durch ihn hindurch bewegen sich die Erde und die Planeten mit der ihnen eigenen Geschwindigkeit, nur so ist die oben gegebene Erklärung der Eigenbewegung der Fixsterne, die Aberration, richtig und kann die richtige Lichtgeschwindigkeit geben. Beobachten wir jetzt einen Lichtstrahl der uns im Sinne der Erdbewegung horizontal entgegenkommt und messen seine Geschwindigkeit, so muß diese, da hier Licht und Erdbewegung einander entgegenlaufen, größer erscheinen, als wenn wir an einem Lichtstrahl messen, der aus entgegengesetzter Richtung kommt, also so, daß die Erde gewissermaßen vor ihm fortläuft. Mit andern Worten, die auf der Erde gemessene Geschwindigkeit des Lichtes muß verschieden ausfallen, je nachdem der Lichtstrahl mit der Erdbewegung gleich oder entgegengesetzt gerichtet ist. Da die Geschwindigkeit der Erde nur gering gegenüber der des Lichtes ist, so ist der zu erwartende Unterschied zwar nur klein, und kann nicht direkt gemessen werden, aber wir haben in den Interferenzerscheinungen ein sehr feines Mittel, um die geringsten Differenzen von Lichtwegen genau zu messen. Das hat Michelson zur Ausführung eines sinnreichen Versuches geführt, der die gesuchten Unterschiede der Lichtgeschwindigkeit mit Sicherheit hätte erkennen lassen müssen. Der Versuch fiel vollkommen negativ aus und ergab bei mehrfacher sorgfältigster Wiederholung auch durch andere Beobachter stets das gleiche negative Resultat. Das heißt aber: obwohl die Aberration der Fixsterne dazu geführt hat, die Erde als durch den Weltenraum ihre Bahn beschreibend vorzustellen, während der Lichtäther, der uns die Nachricht von fernen Sternen überbringt, von der Bewegung unberührt bleibt, so zeigt sich doch die Lichtfortpflanzung, die wir auf unserer Erde selbst beobachten können, von

der Bewegung der Erde durch den Lichtäther hindurch nicht beeinflußt. Darin liegt zurzeit ein scharfer Widerspruch in dem ganzen Bilde, und es zeigt sich, daß die Vorstellungen, so wie wir sie bis jetzt entwickelt haben, durchaus noch nicht ausreichen und noch einen schweren Fehler in sich enthalten müssen. Die Beseitigung dieses Fehlers ist zurzeit eine der schwierigsten Aufgaben der Physik und es hat den Anschein, als ob sie erst gelingt, indem wir die allergrundlegendsten Vorstellungen von Raum und Zeit einer Nachprüfung und Klarstellung unterziehen. Dies beruht darauf, daß wir in jenem allgemeinen Bilde unbedachterweise den Lichtäther als im Raume ruhend gedacht haben, und so die Vorstellung eines absoluten Raumes, auf den wir alle Bewegungen beziehen, in die Erklärung hineingezogen haben. Schon an dem Beispiel der nebelumhüllten Erde wurde aber gezeigt, daß die Bezugnahme auf den absoluten Raum keine Erklärungen liefert. Wir werden also auch in unserem astronomischen Bilde alle Erscheinungen zunächst einmal so zusammenfassen müssen, daß nur die relativen Bewegungen in die Rechnung eingesetzt werden; das ergibt manche Verschiebung in der Auffassung und Darstellung, die aber hier nicht mehr ausgeführt werden kann. Das eine nur merken wir deutlich aus diesen Fortschritten der astronomischen Physik, daß alle unsere theoretischen Spekulationen über die Dinge außer uns nicht die Wirklichkeiten darstellen, die wir zu erkennen meinen, sondern es sind stets nur die Bilder derselben, und zwar Bilder von einer stets noch verbesserungsbedürftigen Form, so wie unser bisheriges mathematisches Anschauungsvermögen sie sich geschaffen hat. Mit der weiteren Ausbildung dieser mathematischen Fähigkeiten gewinnen die Bilder an Klarheit und Perspektive, aber desto deutlicher wird es, daß es naturwissenschaftlich nur

unsere Art, die Natur abzubilden, ist; nur voreilige Metaphysik kann den Unterschied zwischen Bild und Wirklichkeit verwischen.

Dies astronomische Beispiel wurde ausführlicher dargestellt, um recht zu zeigen, wie gerade auch für dies scheinbar allergewisseste, was die Naturforschung entdeckt hat, immer das gleiche gilt. Wirklich ist nur die Richtigkeit der rechnerischen Ergebnisse, wie Hertz sagt: die denknotwendigen Folgen aus dem Bilde stimmen mit den naturnotwendigen Folgen aus den abgebildeten Gegenständen überein. Läßt sich diese Übereinstimmung nicht mehr erfahrungsmäßig feststellen, so ist das Bild so zu korrigieren, daß es wieder die richtigen Folgen gibt; daher können wir für unser Bild auch nie beanspruchen, daß es gleich der Wirklichkeit ist, sondern dürfen es nur für den Schatten halten, den die Wirklichkeit in unserem Geiste hervorruft.

Ein sehr wichtiger Teil der Naturwissenschaft ist es daher, diejenigen Ergebnisse aus der Gesamtheit der Untersuchungen herauszuheben, die allgemeine Schlußsätze aussprechen, deren Übereinstimmung mit der Erfahrung allseitig sich prüfen läßt, und diese scharf zu trennen von den Vorstellungen und Bildern, durch welche man theoretisch zuerst zur Entdeckung dieser Sätze geführt wurde. In dieser Beziehung bieten die Helmholtzschen Vorlesungen ein klassisches Muster. Es wurde schon erwähnt, wie in diesen betont wird, daß erst der Satz von der Erhaltung des Schwerpunktes ein erfahrungsgemäß geprüfter Satz ist, nicht aber die Newtonschen Prinzipien, aus denen er gewonnen wurde. Zu den weiteren erfahrungsmäßig richtigen Gesetzen gehört dann der Satz von der Erhaltung der Energie, das Prinzip der kleinsten Wirkung. Diese sind richtig, weil bei richtiger Messung der in diesen Prinzipien genannten Größen die

in dem Prinzip behauptete Zahlenbeziehung ausnahmslos richtig befunden wird. Darin unterscheidet sich die moderne Physik vom Materialismus, daß sie die Richtigkeit der Prinzipien als Erfahrungstatsachen hinnimmt und dadurch auf die Zweckmäßigkeit und Zulässigkeit der Bilder schließt, aus denen die Prinzipien gewonnen wurden, während der Materialismus umgekehrt metaphysische Bilder als Ursachen statuierte, aus denen alles sich errechnen lassen mußte. So ist die Physik der Atome zur Physik der Prinzipien geworden; kein philosophischer Gedankengang hat sie diesen Weg geführt, sondern einzig der klare Blick für Wirklichkeiten.

Einen großen Gewinn hat die Physik durch diese Wandlung erzielt, sie ist nicht mehr in der Anerkennung von Prinzipien, der allgemeinen Differentialgleichungen, gehemmt durch die Forderung, die erfahrungsmäßig richtigen Gleichungen vorerst auch atomistisch oder auf sonstiger metaphysischer Grundlage rechtfertigen zu müssen. So kann sie Gleichungssysteme an die Spitze stellen, ohne fragen zu müssen, woher sie kommen, wenn ihre allgemeine Übereinstimmung mit der Erfahrung in allen Folgerungen sich nur immer wieder bestätigt. Das hat sie auch in reichem Maße getan. Die Aufstellung der Grundgleichungen der Elektrodynamik nach Maxwell und Hertz ist der erfolgreichste Schritt, den die Physik hat machen können; er hat ungeahnte Beziehungen entdecken helfen, noch immer unerschöpfliche Perspektiven eröffnet; er wäre nicht möglich gewesen im Banne des Materialismus oder irgend einer Metaphysik, denn wir sehen auch jetzt immer nur, daß jene Grundgleichungen offenbar ganz außerordentlich weitgehende Richtigkeit haben, aber wie es kommt, daß gerade diese Form von Gleichungen eine so allgemeine Bedeutung hat, darüber herrscht noch völliges Dunkel.

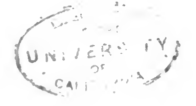
Ein zweites Gesetz von offenbar allgemeiner Richtigkeit, soweit die Physik mit ihren Fragen reicht, ist der zweite Hauptsatz der Wärmetheorie oder das Carnotsche Prinzip. Auch dieser Satz hat sich entgegen dem Materialismus zur Anerkennung durchringen müssen und hat nicht unwesentlich zum Sturze desselben beigetragen, indem er seine Unfähigkeit, zu den naturwissenschaftlich fruchtbarsten Gedanken zu gelangen, erwies. Dieses Carnotsche Prinzip bildet ein wesentliches Gegenstück zum Prinzip der Erhaltung der Energie, denn während letzterer Satz nur behauptet, daß bei allen Umwandlungen einer Energieform in eine andere die Gesamtsumme der vorhandenen Energieen die gleiche bleibt, gibt das Carnotsche Prinzip erst darüber Aufschluß, ob in dem Falle, wo zwei Energieformen einander gegenüber stehen und in einander übergehen können, eine solche Umwandlung eintritt oder nicht und in welchem Sinne. Das Carnotsche Prinzip füllt also eine wesentliche Lücke in der älteren Darstellung aus und sagt zugleich aus, daß bei allem Geschehen in der leblosen Welt eine bestimmte Richtung vorherrscht. Diese Richtung können wir in allen einzelnen Fällen zahlenmäßig angeben (der Mathematiker sagt, es findet stets eine Zunahme der Entropie statt), und sie gibt uns wichtige Aufschlüsse über den Ablauf noch unbekannter Prozesse. In dieser Art der Anwendung ist das Carnotsche Prinzip eine Fundgrube neuer Entdeckungen geworden und hat seine Richtigkeit so außerordentlich sicher bewährt in allen Vorgängen der leblosen Natur, daß es zu den bedeutendsten Errungenschaften der modernen Physik gehört. Erschlossen wurde das Carnotsche Prinzip lediglich aus dem Gedanken, daß es menschlich unmöglich sein wird, jemals mit den Mitteln der leblosen Natur ein perpetuum mobile zu erfinden. Dieser auf die schlichte Wirklichkeit gerichtete Gedanke hat das Vorwalten einer

Entwicklungsrichtung in der Natur erkennen lassen und dadurch einen Gegensatz gegen den Materialismus herbeigeführt, der nicht mehr auszugleichen ist. Dem Materialismus mit seiner mechanischen Vorstellung mußte es unerfindlich sein, warum zu jeder in Wirklichkeit vorkommenden Bewegung nicht auch die Bewegung in entgegengesetzter Richtung möglich sein soll, da dies doch bei rein mechanischen Vorgängen ausnahmslos der Fall ist. So war der Materialismus nicht imstande, den Erfolgen des Carnotschen Prinzips gerecht zu werden, neue Gedankenrichtungen von größerer Fruchtbarkeit, mehr der Wirklichkeit zugewandt, hatten ihn abgelöst, und damit war der wissenschaftliche Materialismus in der Tat überwunden.

Sollen wir noch das Ziel der modernen Physik in wenigen Worten kennzeichnen, so müssen wir sagen: Die Physik betrachtet es als ihre Aufgabe, möglichst allgemeine Prinzipien oder Gleichungen zu entdecken, deren Anwendung auf die Tatsachen der Beobachtung diese zahlenmäßig richtig darstellt. So wie die Gleichung $s = \frac{1}{2}gt^2$ alle Einzelheiten der Bewegung des fallenden Steines richtig angibt, so sollen die Prinzipien der Physik möglichst große, aus den verschiedensten Einzelheiten zusammengesetzte Gebiete auf einmal umfassen und in ihren meßbaren Beziehungen in rechnerischen Zusammenhang bringen. Von solchen Prinzipien kann man aber augenscheinlich nicht sagen: sie „erklären" die Natur, sondern nur: sie „beschreiben" dieselbe; und das ist auch alles, dessen wir in Hinsicht auf unsere Kenntnis von der Natur bedürfen. Die Natur „Erklären" im alten Sinne würde heißen: angeben, warum diese Prinzipien, deren Richtigkeit wir aus der Erfahrung kennen, in der Natur gelten müssen; diese Frage liegt aber wieder außerhalb der Naturwissenschaft, sie überschreitet das Gebiet, das die Naturwissenschaft bearbeitet, sie ist eine Frage der reinen Metaphysik, denn zu ihrer

Beantwortung brauchen wir immer irgendwelche nicht der Erfahrung entnommene, also selbsterfundene Gedankengänge. Ob eine solche philosophische Befriedigung der heutigen Wissenschaft entsprechend gefunden werden kann, wird in der letzten Vorlesung zur Sprache kommen, nachdem wir zuvor noch die Stellung der Physik gegenüber den andern Zweigen der Naturwissenschaft einer besonderen Betrachtung unterzogen haben.





Siebente Vorlesung.

Über den Unterschied der physikalischen und biologischen Forschung.

Die vorige Vorlesung hat uns dazu geführt, zu verstehen, warum es richtig ist, zu sagen: die Physik hat die Aufgabe, die Tatsachen zu beschreiben und nicht sie zu erklären. Ernst Mach hatte diesem Satze eine andere, wie er meinte, noch allgemeinere Fassung gegeben, und ihn zugleich auf die gesamten Naturwissenschaften ausdehnen wollen. Er stellt als Aufgabe der Naturwissenschaft die Forderung hin, daß sie den einfachsten, sparsamsten, begrifflichen Ausdruck der Tatsache geben soll. Es wird oft übersehen, daß zwischen diesen beiden Ausdrucksweisen ein sehr großer Unterschied besteht, und daß die Mach'sche Formulierung durchaus nicht eine einfache Verallgemeinerung der Kirchhoff'schen „Beschreibung" ist. Denn wir verstehen die Kirchhoff'sche Ausdrucksweise durchaus nicht richtig und kennen die Methode der wissenschaftlichen Physik ihrem Wesen nach noch gar nicht, wenn wir übersehen, daß es bei der physikalischen Beschreibung sich nicht um eine beliebige Schilderung der Vorgänge handelt, sondern es muß immer eine Beschreibung durch mathematische Gleichungen sein. Kirchhoff hat dies in dem angeführten

Satze zwar nicht ausdrücklich gesagt, aber dies ist bei Kirchhoff von vornherein ganz selbstverständlich und ist von den Physikern auch niemals anders aufgefaßt worden. Bei ruhigem Durchdenken der Art, wie in der vorigen Vorlesung die Tätigkeit der Physik geschildert wurde, kann gar kein Zweifel bestehen bleiben, daß es sich bei der physikalischen Beschreibung von Vorgängen immer nur um die Beschreibung durch mathematische Gleichungen handelt. Dieser Tatsache wird aber die Machsche Erweiterung zum „sparsamsten, begrifflichen Ausdruck der Tatsachen" durchaus nicht gerecht. In einer mathematischen Beschreibung liegt mehr als in einer einfachen Beschreibung eines Vorganges im gewöhnlichen Sinne, und dieses Mehr beruht auf der Eigentümlichkeit der Mathematik, die diese Wissenschaft vor allen andern Disziplinen voraus hat.

Wenn etwas mathematisch wahr ist, so ist es absolut wahr, das heißt, es kann an seiner Richtigkeit überhaupt nicht mehr gezweifelt werden. Das ist eine bekannte Tatsache, aber wir verstehen dieselbe erst vollständig, wenn wir beachten, daß in jedem mathematischen Satze zweierlei ausgesprochen ist: eine Voraussetzung und eine Behauptung. Wenn wir sagen: in einem gleichschenkeligen Dreieck sind die Basiswinkel einander gleich, so heißt das erstens, daß wir uns ein Dreieck vorstellen sollen, das der vorher bereits gegebenen Definition eines gleichschenkeligen Dreiecks entspricht und daher Basiswinkel besitzt. Von diesem so der Definition angepaßten Dreieck gilt die Behauptung. In gleicher Weise wird bei jedem mathematischen Satze stets eine Definition einer mathematischen Form vorausgesetzt, und das Erfülltsein der Forderungen der Definition angenommen, und dann erst die Behauptung aufgestellt und bewiesen. Genau dasselbe gilt nun auch für jede physikalische Beschreibung eines Vorganges durch eine mathematische

Gleichung. Eine solche Gleichung ist ein mathematischer Satz, eine Behauptung, deren Richtigkeit aus mathematischen Gründen sicher ist und an die sich stets eine ganze Reihe weiterer Folgerungen anschließen lassen, die aber nur Sinn hat, wenn die Voraussetzungen der Gleichung erfüllt sind. Daher beginnt denn auch jede physikalische Beschreibung mit der Annahme, daß bestimmte, durch streng mathematische Definitionen festgelegte Bedingungen in dem betrachteten Falle als erfüllt angenommen werden; soweit dies zuzugeben ist, aber auch nur so weit, gilt dann der Inhalt der Gleichung mit allen ihren Folgerungen mit mathematischer Sicherheit. Die physikalische Beschreibung ist also stets in ihrer Grundlage hypothetisch, aber sobald die Hypothese zugegeben ist, sagt sie auch aus, daß dann der Vorgang mit Notwendigkeit im Sinne der Gleichung wirklich verläuft. Sobald wir aber die Notwendigkeit des Ablaufes einer Erscheinung einsehen, dann sagen wir mit unserem Laienverstande doch wieder, die Erscheinung ist „erklärt", und der Laie wird stets recht behalten, wenn er sagt, die Physik „erklärt" uns die Natur durch Hypothesen. Erst die feinere Unterscheidung des Mathematikers erblickt in den Hypothesen die Annahme des Erfülltseins gewisser rein mathematischer Definitionen und in den Gleichungen die selbstverständlichen Folgerungen aus der Verknüpfung der definirten Begriffe, und das erst führt ihn dazu, den Begriff „Erklärung" für die metaphysische Erläuterung, auf welche Weise die Bedingungen seiner mathematischen Definition in der Natur als verwirklicht erkannt werden können, aufzuheben.

Man sieht leicht, daß die Machsche Erweiterung des Kirchhoffschen Satzes diesem wesentlichen Sinne desselben durchaus nicht gerecht wird. Weil Mach seine Auffassung auf alle Zweige der Naturwissenschaft angewandt wissen will, so hat er sich inbezug auf den begrifflichen

Ausdruck nicht beschränkt auf die mathematische Form, sondern macht gar keinen Unterschied zwischen der mathematischen und der rein logischen Form. Daher führt die Machsche Form der naturwissenschaftlichen Darstellungen wirklich zu nichts anderem, als was auch der Laie immer nur eine Beschreibung eines Ereignisses und nicht eine Erklärung nennen wird. Beispiele werden am besten den Unterschied beider Auffassungen klarstellen.

Das schon mehrfach benutzte Beispiel vom fallenden Stein ließ sich so schreiben, daß $s = \frac{1}{2} gt^2$ alles aussagte, was an Beziehungen über die Fallhöhe und die entsprechende Fallzeit auszusagen ist. Diese Gleichung ist genau in dem Maße richtig, als die beobachteten Beziehungen richtig waren; daher ist diese Gleichung noch eine Beschreibung im Sinne Machs. Es wurde aber bereits gesagt, daß das Fallgesetz sich auch in der anderen, mathematisch mit dieser zusammenhängenden Form aussprechen läßt:

$$m \frac{d^2 s}{dt^2} = \text{konst.}$$

und dann sagt es aus, daß die Beschleunigung des fallenden Steines konstant ist. Die charakteristische Methode der Physik besteht nun darin, daß sie die Hypothese aufstellt, die Bedingung der Konstanz der Beschleunigung sei beim fallenden Stein wirklich erfüllt; dann muß erwartet werden, daß jede Folgerung, die sich aus der Gleichung

$$m \frac{d^2 s}{dt^2} = \text{konst.}$$

mit mathematischer Sicherheit ergibt, beim fallenden Stein auch wirklich immer genau erfüllt ist, insbesondere muß dann die Richtigkeit der Gleichung $s = \frac{1}{2} gt^2$ stets genau gelten. Nun können die Beobachtungen am fallenden Stein mit den Resultaten dieser Gleichung verglichen werden, dann wird sich aber in Wahrheit nicht vollkommene Übereinstimmung zeigen. Wir schließen daraus nicht,

daß unsere mathematische Ableitung sich auf die Erfahrung nicht genau anwenden läßt, sondern daß die Bedingungen der eingeführten Hypothese nicht genau erfüllt sind. Aber wir werden deswegen die Hypothese, daß eine vollkommen konstante Beschleunigung am Stein besteht, doch nicht als falsch bezeichnen, sondern nur sagen, es muß außer dieser konstanten Beschleunigung noch eine andere Beschleunigung auftreten können. So werden wir durch die mathematische Denkweise, die von Hypothesen ausgeht, dazu geführt, nach Gründen für die Abweichungen von unserer Formel zu fragen, und können zugleich diese Fragen in ganz bestimmte Gestalt bringen. Im angeführten Falle würden wir feststellen, daß neben der konstanten Beschleunigung noch eine zweite, allerdings viel kleinere Beschleunigung auftritt, die dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional ist. Während wir erstere auf eine gesetzmäßige Beziehung zwischen der Erde und den Stein zurückzuführen pflegen, wird die letztere dem Widerstand der Luft zugeschrieben. Diesen Luftwiderstand hätten wir nie als etwas selbständiges zahlenmäßig auffinden können, wenn wir nicht vorher durch Hypothese die konstante Fallbeschleunigung abgesondert und uns so die Möglichkeit verschafft hätten, zu mathematisch zwingenden Schlüssen zu gelangen.

Als zweites Beispiel möge uns noch das Archimedessche Prinzip dienen; dasselbe lautet bekanntlich: Ein jeder Körper verliert beim Eintauchen in eine Flüssigkeit so viel von seinem Gewicht, als die verdrängte Flüssigkeitsmenge wiegt. Der Satz ist erfahrungsgemäß gefunden und ist zunächst soweit richtig, als die Erfahrung ihn bestätigt. Die Physik zeigt hier nun eine auffallende Verwandtschaft in ihrer Methode mit der Mathematik. Wenn in der Mathematik irgend ein Satz gefunden ist, so kann an seiner Richtigkeit nicht mehr gezweifelt werden. Trotz-

dem finden wir die Mathematiker immer wieder damit beschäftigt, für denselben Satz neue Beweise zu finden. Wie viele verschiedene Beweise sind nicht allein für den berühmten Pythagoras-Lehrsatz erfunden worden! Dadurch soll nicht etwa die Richtigkeit des Satzes zu immer größerer Sicherheit gebracht werden — denn das ist gar nicht möglich — sondern der Satz wird nur in immer neuer Beleuchtung gezeigt, seine Ursprünge werden klargelegt und dadurch werden neue Möglichkeiten entdeckt, weitere neue Schlußfolgerungen an den Satz anzuknüpfen.

So hat auch die Physik den Archimedes'schen Satz gefunden, zunächst auf dem Wege der Erfahrung. Das sollte, nach Mach, den Anforderungen der Naturwissenschaft genügen. Die Physik begnügt sich jedoch nicht, sondern, obwohl sie die Richtigkeit des Satzes nicht bezweifelt, sucht sie neben dem Erfahrungsbeweis noch nach einem anderen Beweise desselben. In verschiedenen physikalischen Werken*) findet sich daher noch folgende mathematische Ableitung des Archimedes'schen Prinzipes:

In einer Flüssigkeit herrscht an jeder Stelle im Innern ein bestimmter, meßbarer, nach allen Richtungen gleicher Druck. Eine in einem Gefäße aufgestellte Flüssigkeit befindet sich im Gleichgewicht, Bewegung entsteht in ihr nicht; also müssen sich in ihr alle diese inneren Druckkräfte aufheben. Denke ich mir in einer solchen Flüssigkeit ein beliebiges Volumen abgegrenzt, so kann ich die Drucke, die an jeder Stelle der Oberfläche dieses Volumens vorhanden sind, feststellen. An dieser Druckverteilung wird nichts geändert, wenn ich die Oberfläche des abgegrenzten Volumens aus einer starren Haut bestehend denke. Ich kann dann alle Drucke, die auf diese starre Oberfläche wirken, in eine Komponente zusammenfassen, die dann die Kraft darstellt, mit der die äußere Flüssigkeit

*) z. B. Warburg, Lehrbuch der Experimentalphysik.

auf das abgegrenzte Volumen drückt. Diese Kraft ist von bestimmter Größe und Richtung. Nun wissen wir aber, daß Gleichgewicht in der Flüssigkeit herrscht, also muß noch eine andere Kraft vorhanden sein, die dieser das Gleichgewicht hält. Diese andere Kraft ist das Gewicht der von der angenommenen Oberfläche eingeschlossenen Flüssigkeit, denn nähmen wir die äußere Flüssigkeit fort, so würde das ganze abgegrenzte Volumen herunterfallen. Es muß also der äußere Druck der Flüssigkeit, oder der Auftrieb, dem Gewicht des abgegrenzten Volumens genau das Gleichgewicht halten. Nun muß es aber für den Druck der Flüssigkeit gegen die starre Oberfläche ganz gleichgültig sein, ob hinter jener Oberfläche im abgegrenzten Volumen auch Flüssigkeit ist oder irgend eine andere Substanz. Es muß also für jeden eingetauchten Körper der Satz gelten: Der Druck der Flüssigkeit oder der Auftrieb ist gleich dem Gewicht einer Wassermasse, die genau das eingetauchte Volumen ausfüllt. Das ist aber der Satz des Archimedes.

Was ist nun durch diese mathematische Betrachtung gewonnen? Manche halten dieselbe vielleicht nur für eine Spielerei und meinen, richtiger als richtig kann der Satz ja doch nicht sein, und jene mathematische Entwickelung sei nur deswegen kein Unsinn, weil sie eben das richtige Resultat ergebe. Die Physik zieht jedoch einen ganz anderen Nutzen aus dieser Betrachtung. Sie hat die Hypothese aufgestellt, daß gewisse einfache mathematische Begriffe von Drucken und Kräften hier angewandt werden dürfen, und hat daraus folgern können, daß dann der Satz des Archimedes mathematisch streng gelten muß. Sie erwartet also jetzt auch, daß die Prüfung des Satzes in der Erfahrung genaue Übereinstimmung gibt. Werden trotzdem Abweichungen beobachtet, so findet sie wieder den Grund dafür nicht darin, daß die mathematischen Schlüsse nicht in der Natur genau anwendbar sein sollen, sondern einfach

darin, daß die hypothetisch angenommenen Druckkräfte nicht die einzigen sind, die im vorliegenden Falle wirksam sind. So wird die Physik gerade durch die mathematische Formulierung des Problems in den Stand gesetzt, die noch unbekannten Kräfte aufzuspüren und in ihrer Größe zu ermitteln. Dadurch kann zum Beispiel der Einfluß der Kapillarkräfte auf das Schwimmen eingetauchter Körper oder die hemmende Wirkung der Reibung bei untersinkenden untersucht werden. Die mathematische Formulierung ihrer Probleme ist es also erst, durch die die Physik zu neuen Fragestellungen fruchtbar wird.

Das Gleiche wiederholt sich in allen Zweigen der Physik, so daß es sich erübrigt, noch weitere Beispiele anzuführen. Die Hypothesen in der Physik sind stets die Annahme der Anwendbarkeit bestimmter mathematisch definierter Begriffe; die physikalischen Gesetze sind die mathematischen Schlußfolgerungen aus jenen. In dem Umfange, wie jene zulässig sind, sind die Gesetze streng richtig und dulden nicht Ausnahme noch Einschränkung. Wenn wir an die Hypothesen glauben, so entdecken wir durch die Physik absolute und unabänderliche Naturgesetze, und deswegen kann man auch sagen: die Physik gibt uns, wenn sie im mathematischen Sinne auch nur beschreibt, nach Laienauffassung doch Erklärungen der Naturerscheinungen, Erklärungen durch Hypothesen.

Die Arten der Hypothesen können nun in der Physik noch verschieden sein. In den angeführten Beispielen lag das Hypothetische nur in der Annahme der Gültigkeit von Newtons Kraftbegriffen. In anderen Fällen werden noch besondere anschauliche Vorstellungen hinzugenommen; davon gibt die kinetische Gastheorie ein glänzendes Beispiel. Wieder in anderen Fällen bildet die Annahme der Gültigkeit eines Gleichungssystems den Kern der Hypothese, worin dann enthalten ist, daß die in der Gleichung

auftretenden Größen auf bestimmte Weise meßbare Größen sein sollen. Hierher gehört die Gründung der Elektrodynamik auf Maxwells Gleichungssystem. Hierher gehört auch die Annahme der Gültigkeit jener allgemeinen Prinzipien der Physik: des Prinzips der kleinsten Wirkung, des Energieprinzips, des Carnotschen Prinzips, und auch des neuerdings an Bedeutung gewinnenden Prinzips der Relativität, durch welches die Behauptung ausgesprochen wird, daß es für die Formulierung der physikalischen Gesetze gleichgültig ist, ob wir dieselben auf ein Koordinatensystem beziehen, das sich mit uns mitbewegt, oder auf ein anderes Koordinatensystem, gegen welches wir uns in gleichförmiger Bewegung befindlich vorstellen.*)

Alle diese Prinzipien gewinnen erst ihre praktische Bedeutung, wenn sie nicht auf irgend welche philosophische Begriffsbildung gestützt werden, wie bei Häckel und Ostwald die Neigung vorliegt, sondern wenn sie allein als hypothetisch aufgestellte Gleichungen gelten zwischen mathematisch vollkommen definierten Begriffen, deren Zahlenwerte durch physikalische Messungen ermittelt werden. H. Poincaré drückt den gleichen Gedanken in der Form aus, daß er die Prinzipien als „Übereinkommen" bezeichnet, die zwischen den Physikern getroffen sind zwecks möglichst einheitlicher Darstellung der bisher bekannten Vorgänge.

Wenden wir nun von hier aus unsern Blick auf die gesamten Naturwissenschaften, so sei daran erinnert, daß wir in der sechsten Vorlesung die Unterscheidung zwischen mehreren Zweigen der Naturwissenschaft machten. Der erste, physikalische, sollte dadurch gekennzeichnet sein, daß er sich zur Darstellung der von ihm betrachteten Vorgänge mathematischer Begriffsbildungen bedient, der

*) Anm.: Dieses Prinzip der Relativität scheint die Lösung des in der vorigen Vorlesung erwähnten Widerspruchs zwischen der Aberration des Lichtes und der Fortpflanzung des Lichtes auf der Erde zu bringen.

zweite, biologische Zweig sollte sich dadurch von jenem unterscheiden, daß er für seine Untersuchungen die mathematische Begriffsform nicht ausnahmslos verwendet. Dies letztere ist nur eine negative Bestimmung, sie wird erst entscheidend, wenn wir uns darüber klar sind, ob diese Nichtverwendung der mathematischen Form nur provisorischer Natur ist, weil die zu untersuchenden Gegenstände meist zu verwickelt sind, um schon jetzt die exakte mathematische Methode möglich zu machen, oder ob es in der Natur der Gegenstände liegt, daß die mathematische Methode prinzipiell niemals in diesem Gebiete ausreichen kann. Alle in diesen Vorlesungen besprochenen Naturphilosophen von Du-Bois-Reymond bis Mach finden keinen prinzipiellen Unterschied zwischen der Methode der Physik und derjenigen der biologischen Wissenschaften; nur gerade bei den Meistern der mathematischen Physik wie Helmholtz, Hertz, Poincaré, ebenso auch Lord Kelvin, finden sich ganz unzweideutige Äußerungen, daß diese ihre mathematische Methode für unzureichend halten, um auch die Vorgänge im lebenden Organismus darzustellen. Versuchen wir daher jetzt einmal, der Frage näherzutreten, welche Anforderungen an die Naturwissenschaft gestellt werden, wenn sie die Vorgänge im lebenden Organismus untersuchen will.

Als Merkmale eines lebenden Organismus lassen sich eine Reihe verschiedener Eigenschaften anführen, die stets mehr oder weniger vollständig an ihm anzutreffen sind. Ein Lebewesen ist reizbar, das heißt, es reagiert in bestimmter Weise auf äußere Einwirkungen, es erleidet Stoffwechsel, es wächst, es vermehrt sich, es zeigt die Fähigkeit, bei allem Wechsel stets gewisse charakteristische Formen oder Grundeigenschaften beizubehalten, es ist ein System, das einen stationären Energiestrom verwirklicht. Alle diese Eigenschaften, zu denen sich wahrscheinlich noch andere hinzufügen lassen, zeichnen sich durch eine

gewisse Unbestimmtheit aus und es gelingt nicht recht, dieselben präziser zu fassen und man kann auch nicht sagen, daß einige derselben ganz wesentlich für ein Lebewesen sind, die anderen weniger wichtig, oder daß notwendig alle zugleich an demselben anzutreffen sein müssen. Es hat aber auch sogar den Anschein, als ob alle diese Eigenschaften an einem Körper vorhanden sein können, und daß dieser Körper doch noch kein Lebewesen ist. Auch hierüber werden wir uns am besten durch Beispiele klar.

Stellen wir uns eine horizontal gelagerte Platte vor, die in der Mitte eine kleine Öffnung hat, in welcher ein Wassertropfen hängt. Dieser Tropfen nimmt unter dem Einfluß der Schwerkraft und der Oberflächenspannung eine bestimmte Gestalt an. Wenn ein Luftstoß ihn trifft, so wird er vorübergehend deformiert, kehrt aber sofort wieder in seine alte Gestalt zurück; Berührung mit einem festen Körper kann ihn auch verzerren, immer aber nimmt er nach aufgehobener Störung die erste Form wieder an. Kann man da nicht sagen, der Tropfen reagiert auf äußere Reize und zeigt zugleich das Bestreben, seine Form zu erhalten? Streicht jetzt oberhalb der Platte ein trockener, unterhalb derselben ein mit Feuchtigkeit gesättigter Luftstrom entlang, so wird an der Oberseite Verdunstung eintreten, der Tropfen kühlt dabei ab. In Folge der Abkühlung wird er aus der unteren feuchten Luftschicht Wasser auf sich niederschlagen; der Tropfen nimmt also auf der einen Seite Flüssigkeit auf und gibt sie auf der anderen Seite ab, er erleidet Stoffwechsel. Mit diesem Stoffwechsel ist zugleich Wärmeentwicklung und Wärmebindung in Folge der Kondensation und der Verdunstung vorhanden, also könnte man auch von einem Energiestrom sprechen. Ist nun auch noch der trockene Luftstrom von Anfang an wesentlich kälter als der feuchte, so bewirkt die Temperaturerniedrigung des Tropfens, daß mehr Feuchtigkeit

auf ihm kondensiert wird, als verdunsten kann; der Tropfen muß also wachsen. Aber er kann nicht beliebig groß werden; sobald er eine gewisse Größe überschreitet, beginnt er sackartig herunterzuhängen, schließlich schnürt sich ein unterer Teil ab und trennt sich vom Muttertropfen. Der Tropfen hat sich also auch noch vermehrt, und der neu entstandene Tropfen zeigt ebenfalls alle Eigenschaften eines Wassertropfens und kann, wenn er wieder in einer gleichen Platte hängen bleibt, denselben Prozeß durchmachen. Wir sehen also, unser Tropfen ist reizbar, zeigt Erhaltungsbestreben hinsichtlich seiner Gestalt, erleidet Stoffwechsel, wird von einem Energiestrom durchflossen, wächst, teilt und vermehrt sich und seine Eigenschaften werden sogar auf die neuen Tropfen vererbt; alle oben angeführten Merkmale für ein Lebewesen sind an ihm vereinigt. Ist der Tropfen nun lebendig? Ich glaube, nein! An allen diesen Begriffen: Reizbarkeit, Stoffwechsel, Wachstum, Vermehrung, Vererbung, scheint noch irgend etwas zu fehlen, bevor sie uns das vollständig kennzeichnen, was wir am Organismus für wesentlich halten.

Das obige Beispiel war ein rein ausgedachtes, das sich experimentell nicht ganz leicht verwirklichen lassen wird; aber auch praktisch lassen sich mit lebloser Materie sehr viele Erscheinungen wirklich nachmachen, die wir sonst als spezielle Eigentümlichkeiten der lebenden Organismen zu beobachten gewöhnt sind.*) Bringen wir einen Chloroformtropfen in Wasser, so kann zum Beispiel die Oberflächenspannung des Tropfens merkwürdige Wirkungen haben. Legt man einen recht feinen Schellackfaden neben dem Tropfen in das Wasser und stößt das eine Ende dieses Fadens in die Oberfäche des Chloroformtropfens hinein, so tritt folgendes ein: Zwischen

*) Vergl. Rhumbler. „Zellenmechanik und Zellenleben". Naturf.-Vers. Breslau 1904.

Chloroform und Schellack besteht größere Adhäsion als zwischen Schellack und Wasser, infolgedessen zieht sich die Oberfläche des Chloroforms am Schellackfaden nach außen in die Höhe und übt eine Zugkraft auf den Faden aus. Der Faden folgt diesem Zuge und wird langsam ganz in den Tropfen hineingezogen und dort aufgelöst. Noch hübscher wird die Sache, wenn der Faden ein ganz feiner Glasfaden ist, der nur mit Schellack überzogen ist. Auch ein solcher Faden wird in den Tropfen hineingezogen und in demselben zu einem Knäuel zusammengelegt. Wenn dann aber der Schellack vom Glase abgelöst ist, braucht nur das andere Ende des Fadens gelegentlich in Folge der nachschiebenden Teile des übrigen Fadens wieder die Oberfläche zu berühren und zu durchstoßen, um jetzt ein entgegengesetztes Verhalten zu erzielen. Glas hat größere Adhäsion zum Wasser als zum Chloroform, infolgedessen wird jetzt der Faden wieder in das Wasser hinausgezogen. Der ganze Vorgang scheint völlig identisch zu sein mit der Art, wie gewisse einfache Lebewesen, Amöben, ihre Nahrung in Gestalt von Algenfäden aufnehmen und das unverdaute wieder ausscheiden. Sollten solche Beobachtungen uns nicht den Mut geben zu hoffen, daß wirklich die einzelnen als charakteristisch für einen Organismus angegebenen Eigenschaften in ihrer einfachsten Form physikalisch-chemisch völlig verständlich sind, und daß tatsächlich die höhere Kompliziertheit allein uns hindert, die Methoden der Physik schon jetzt auch auf die Lehren von den Organismen anzuwenden?

Besonders vollständig ist dieser Gedanke neuerdings durchgeführt durch O. zur Strassen in dem auf der Naturforscherversammlung zu Dresden im Jahre 1907 gehaltenen Vortrage über die „neuere Tierpsychologie". Hier wird das von Mach eingeführte „Prinzip der Sparsamkeit" in den Vordergrund gestellt, nach welcher nicht

eher eine neue Hypothese oder ein neuer Begriff eingeführt werden soll, als bis hinreichend festgestellt ist, daß die bisher verwendeten Begriffe tatsächlich zur vollständigen Darstellung der bekannten Erscheinungen nicht ausreichen. Von diesem Gesichtspunkte aus wirft zur Strassen die Frage auf, ob die wirklich bekannten Erscheinungen an Organismen uns nötigen, in den lebenden Wesen noch andere Kräfte und Wirkungsweisen anzunehmen, als uns an der anorganischen Natur bekannt sind. Erst wenn in der lebendigen Welt irgend etwas angetroffen wird, das wirklich, auch wenn wir es in seine ersten primitiven Anfänge hinein verfolgen, mit einfachen physikalisch-chemischen Vorgängen in gar keinem Zusammenhange zu stehen scheint, erst dann soll es nach dem Prinzip der Sparsamkeit zulässig sein, für die lebende Welt eine besondere Art von Gesetzmäßigkeit, die ihresgleichen in der Physik nicht hat, anzunehmen. Diese Überlegung will zur Strassen nicht nur auf die einfachen Kräfte des Organismus, sondern besonders auch auf die psychischen Vorgänge angewendet wissen. So sagt er in seinem Vortrage: „Nun stellt die Annahme eines „psychischen Faktors“ natürlich eine Belastung des Weltbildes dar. Es wäre einfacher, wenn auf die zweifellos vorhandenen Geschehensgründe der anorganischen Natur auch der gesamte Inhalt der Tierpsychologie, vom blinden Instinkt bis zur Intelligenz hinauf, zurückgeführt werden könnte. Dann zwingt uns das Prinzip der Sparsamkeit, die Existenz eines besonderen psychischen Faktors bis zum Beweise des Gegenteils zu bestreiten.“

Weiterhin sagt er: „Wenn also der ökonomische Versuch, die Tierpsychologie von einem „psychischen Faktor“ ganz zu befreien, gelingen soll, so müßten wir beweisen, daß das Erscheinungsgebiet der tierischen Handlungen aus anorganischen Prozessen hervorgehen und, ohne je den Boden

der physikochemischen Kausalität verlassen zu haben, sich bis zu den höchsten Formen herauf entwickeln konnte. Und dies ist das Programm der allerneuesten ,Tierpsychologie'.

Diesen Beweis glaubt zur Strassen dann führen zu können und bespricht zu dem Zwecke die Lebenserscheinungen der einfachsten Amöben, die nur aus schleimigen Protoplasmaklumpen bestehen und doch jedenfalls alle Eigenschaften eines lebenden Wesens besitzen. Man hat verstanden, durch künstlich erzeugte schaumige Massen, die in Wasser suspendiert waren, alle Bewegungs- und Reizerscheinungen, wie sie an Amöben beobachtet werden, nachzumachen. Zur Strassen führt im einzelnen aus, wie man unter Zuhilfenahme einiger Phantasie die sicherlich rein physikalischen Vorgänge an diesen schaumigen Massen sich so kombiniert denken kann, daß tatsächlich alle Lebensäußerungen der Amöbe nachgebildet sind. In einer solchen Amöbe sind auch wechselnde „Stimmungen" infolge der durch Diffusion bewirkten Über- oder Unterernährung sehr wohl noch rein physikalisch erklärbar, so daß das Tierchen unter gewissen Umständen auf äußere Reize anders reagiert als gewöhnlich. Genug, zur Strassen findet, daß sich selbst bei eingehender Prüfung an diesen einfachsten Lebewesen nichts entdecken läßt, was im einzelnen nicht in das Gebiet physikalischer Vorgänge hineinpasste, und dies läßt sich verfolgen bis zu den Anfängen solcher Erscheinungen, die wir für gewöhnlich als den ersten Beginn psychischer Vorgänge anzusprechen pflegen.

Man muß den Ausführungen zur Strassens genau folgen, um sich wirklich selbst zu überzeugen, daß im lebenden Organismus tatsächlich gar nichts angetroffen wird, das im einzelnen nicht in physikalisch-chemischen Vorgängen seine völlige Deutung finden könnte. Zur Strassen folgert daraus, daß auf Grund des Sparsam-

keitsprinzips für die Naturwissenschaft kein Grund vorliegt, das Weltbild mit irgend welchen das physikalisch-chemische Reich übersteigenden Vorstellungen zu belasten.

Sehen wir uns diese Frage aber jetzt einmal etwas genauer an, so können wir finden, daß doch eine noch schärfere Prüfung sehr gut möglich ist. Zur Strassen spricht wiederholt von physikalisch-chemischen Vorgängen, ohne jedoch festzustellen, was damit gemeint sein soll. Nachdem wir jedoch in der vorigen Vorlesung uns klar zu machen gesucht haben, wann ein Vorgang physikalisch gedeutet ist, werden wir die Strassenschen Schlüsse nicht überall vollständig durchgeführt finden. Wenn wir daran festhalten, daß die wissenschaftliche Physik sich dadurch vor der übrigen Naturwissenschaft auszeichnet, daß sie ihre Ergebnisse in mathematischer Form darstellt, so werden wir unter physikalisch-chemischen Vorgängen nur solche verstehen dürfen, von denen wir erwarten, daß sie sich, wenn auch vielleicht noch nicht jetzt und noch nicht vollständig, so doch schließlich einmal ganz mathematisch beschreiben lassen. Wenn irgend ein Vorgang oder Prozeß aber mathematisch dargestellt ist, so heißt das, daß wir alle wahrnehmbaren Teile desselben so deutlich und mit gleicher Notwendigkeit auseinander sich ergeben sehen, wie alle späteren Konsequenzen sich aus der ersten Aufstellung einer Differentialgleichung ergeben.

Gewiß sind nun die genannten Vorgänge an jenen schaumigen Massen noch sehr weit entfernt, einer solchen Darstellung zugänglich zu sein, aber wenn wir wissen, woher wir den Schaum bekommen haben, welche Eigenschaften die einzelnen zu jenem Schaume vereinten Substanzen besitzen, dann können wir immerhin denken, daß das Ziel, die Eigenschaften des Schaumes aus denen der Teilsubstanzen auch einmal mathematisch durch Superposition der einzelnen Charakteristiken dargestellt zu

erhalten, bei hinreichendem Fleiß und Ausdauer erreichbar sein kann. Es ist daher zulässig, die Eigenschaften des Schaumes als physikalisch-chemische zu bezeichnen; gilt das Gleiche von den gleichen Eigenschaften der Amöbe?

Es darf nicht ein besonderes Gewicht darauf gelegt werden, daß wir die chemische Zusammensetzung des Protoplasmas der Amöbe nicht vollständig kennen und auch vielleicht nie bis zu der Genauigkeit durchschauen werden, daß wir, wie bei dem Schaum, alle Eigenschaften aus den Teilbeziehungen der ursprünglichen Substanzen würden wirklich herausrechnen können. Darin kann nur ein gradueller, nicht aber ein prinzipieller Unterschied gegenüber dem Schaum gefunden werden; außerdem lassen die Fortschritte der Chemie der Eiweißkörper noch ungeahnte Erweiterungen unserer Kenntnisse in diesen Gebieten erhoffen. Auf ganz anderer Seite besteht ein Unterschied zwischen dem physikalisch betrachteten Schaum und der lebenden Amöbe. Zur Strassen hat seine ganze Überlegung nur angestellt unter der Voraussetzung, daß er die Amöbe ansehen darf als das einfachste und primitivste Glied in der ganzen großen Reihe der Organismen, als das Anfangsglied, aus dem sich alle späteren „bis zu den höchsten Formen herauf entwickeln konnten". Nur unter dieser Voraussetzung hatten die Betrachtungen über die Fähigkeiten der Amöbe bei zur Strassen einen Sinn. Wenn wir aber alle Eigenschaften eines physikalischen Schaumes bis in die letzten Feinheiten und vollständigsten Analogien mit den Bewegungserscheinungen der Amöbe durchschauen, werden wir demselben dann auch die Entwicklungsfähigkeit zu höheren Formen zutrauen?

Man muß sich immer wieder genau vergegenwärtigen, was es heißt, einen Vorgang physikalisch erklären. Es müssen Differentialgleichungen der Erscheinung aufgestellt sein. Sind diese aber einmal gefunden, so ist nachträglich auf die

Konsequenzen aus diesen Gleichungen kein Einfluß mehr möglich. Was aus ihnen folgt, muß in den wirklichen Vorgängen erwartet werden. Sollte also ein einziges Mal die physikalische Erklärung eines Lebewesens gefunden sein, so würde das heißen, daß in die mathematischen Anfangshypothesen und Definitionen, die ja jeder physikalischen Erklärung zu Grunde liegen, alle die kommenden Möglichkeiten und Mannigfaltigkeiten bereits mit aufgenommen sind, aus denen dann, mathematisch wenigstens, folgen kann, daß der betrachtete Körper einen Entwicklungsgang in aufsteigender Linie einschlagen wird. Die Lösung einer solchen Aufgabe ist nicht nur ungeheuer schwierig, sondern sie ist bisher von den bedeutendsten Mathematikern, wie Helmholtz, Hertz, Lord Kelvin, einfach für ebenso unlösbar gehalten worden, wie die Quadratur des Zirkels; sie führt auf eine Unendlichkeit höherer Ordnung, die sich nicht ausschöpfen läßt. Sollte es wohl wirklich naturwissenschaftlich statthaft sein, daß die Nichtmathematiker und Biologen über diese Schwierigkeit, um „das Weltbild nicht zu belasten", aus dem Prinzip der Sparsamkeit hinwegsehen?

Descartes, der in gewissem Sinne als der Begründer der mathematischen Physik gelten kann, konnte in seiner Art nicht weiter gelangen, als alle lebenden Wesen als Maschinen zu betrachten, die unter dem Zwange eines Mechanismus mathematisch sicher folgten. Wenn wir an Cuviers unveränderlich starre Arten denken, so sind dies Gebilde, in denen alle Prozesse stets in maschinenmäßig fest geregelten Bahnen verlaufen, also wohl die höchsten Gebilde, denen wir mit unseren mathematischen Mitteln allenfalls beizukommen vermöchten. Aber wenn wirklich die Gedanken eines Goethe, Lamarck und Darwin für die Naturwissenschaft von Bedeutung geworden und noch dauernd von Bedeutung sind, so ist damit ein Moment in die Wissenschaft hineingetragen, dem die Mathematik nicht

mehr folgen kann. Das wesentlich Neue, das durch diese Forscher für die Naturwissenschaft geleistet wurde, besteht darin, daß sie gezeigt haben, wie eine Fülle von Kenntnissen und neuen Einsichten in die Natur gewonnen werden kann unter Zuhilfenahme von Begriffen oder Ideen, bei denen gar nicht daran gedacht wird, wie wir zu ihrer Aufstellung gelangt sind. Der Gedanke der Entwicklung, der Anpassung, der natürlichen Verwandtschaften und Arten, der Auslese und noch manches andere sind alles Begriffe, bei deren Einführung in wissenschaftliche Beobachtungen an eine mögliche physikalische Deutung gewiss nicht gedacht ist. Man versuche einmal wirklich, einen dieser Begriffe so zu vereinfachen, daß er im physikalischen Gebiete verwendbar ist, so wird man stets sehen, daß er dann ganz etwas anderes geworden ist, das in dieser Form nicht mehr mit dem sich deckt, wodurch es in der Biologie gerade so fruchtbar ist. Man kann Kristalle sich entwickeln, wachsen lassen, durch äußere Konzentrationsverhältnisse verschiedenen Zuständen sich anpassen lassen, man kann Verwandtschaften zwischen den verschiedenen Kristallformen konstruieren und kann auch durch ungleiche Löslichkeiten eine Auslese zwischen den Kristallformen treffen; aber alle diese Begriffe sind in der Physik nicht das gleiche wie in der Biologie. In der Physik werden sie nur in dem Rahmen gebraucht, der sich mathematisch nachrechnen läßt, in der Biologie liegt ihre Bedeutung gerade darin, daß wir zu ihnen auch gelangen und von ihnen eine jedermann verständliche Anwendung machen können, ohne die Form mathematischer Definierbarkeit vorauszusetzen. Die Menschen haben schon lange, bevor sie anfingen, Naturwissenschaften zu treiben, sich ein reiches System von Begriffen gebildet und der Erfahrung angepasst, mit dem sie sich über alle Bedürfnisse des Lebens verständlich machen können; aus diesem Schatze hat die werdende Wissenschaft ihre Mittel zu nehmen und

kann mit ihnen schalten und sie ergänzen und vertiefen, soweit sie Nutzen dadurch gewinnt und die Phantasie des Menschen zu erfinden vermag.

Es ist in diesen Vorlesungen von Anfang an darauf hingewiesen worden, daß die Naturphilosophie sich in zwei verschiedenen Denkrichtungen entwickelt hat; die erste, die Descartessche Richtung, will nur die mathematisch klaren Begriffe und Ableitungen in der Wissenschaft zulassen, während die andere, nach Baco, den Blick offen lassen will für alle Möglichkeiten und daher immer wieder betont, daß wir unsere Begriffe aus der Beobachtung zu gewinnen und der Erfahrung anzupassen haben. Die erste Richtung ist die Methode der Physik, die sich immer wieder bis in ihre neuesten Fortschritte hinein hat wiedererkennen lassen; die Aussage: Physik ist derjenige Zweig der Naturwissenschaft, der seine Resultate in mathematischer Form darstellt, ist die einzig zutreffende Kennzeichnung der Physik gegenüber den übrigen Naturwissenschaften. Die zweite Richtung ist die Methode der biologischen Wissenschaften; die kühne Loslösung von rein physikalischen Vorstellungen und die Verwendung lebendiger Ideen aus dem Gesichtskreis der Menschen in ihren Beziehungen zu einander hat sie zu der hohen Blüte gebracht, die wir jetzt an ihnen bewundern.

Es mag den Anhängern Machs und besonders solchen, denen das mathematische Denken weniger geläufig ist, auffallend erscheinen, daß hier stets ein ganz prinzipieller Unterschied zwischen mathematischer und nur begrifflicher Verknüpfung von Vorstellungen behauptet wird, nachdem doch Mach eingehend zu zeigen sich bemüht hat, daß auch die mathematischen Kenntnisse nicht a priori, sondern ebenso wie alle anderen Kenntnisse schrittweise empirisch entstanden sind und nur durch Gewohnheit und Übung die größere Sicherheit und Exaktheit erlangt haben sollen.

Dem ist zu erwidern, daß es ganz gleichgültig ist, ob wir wissen, wie die Menschen zur Ausbildung der Mathematik gelangten, Tatsache ist, daß jetzt mit einem mathematischen Schluß absolute Sicherheit verbunden ist, ein Streit über die Richtigkeit ist ausgeschlossen, während bei jedem Verknüpfen anderer Begriffe nur empirische Sicherheit herrscht und Meinungsverschiedenheiten niemals ausgeschlossen sind. Gleichgültig, woher diese Verschiedenheit gekommen ist, diese Tatsache bildet den Grund zur Verschiedenheit der physikalischen und der biologischen Wissenschaften.

Bei der außerordentlichen Wichtigkeit, zur vollkommen klaren Einsicht in diese Verhältnisse zu gelangen, soll noch an einem besonderen Beispiele die mögliche Tragweite mathematischer Schlüsse erläutert werden. Bei der Aufstellung von mathematischen Sätzen sind wir frei in der Wahl der Anfangshypothesen und Definitionen, sobald wir diese Wahl jedoch getroffen haben, sind wir nicht mehr frei, sondern alle weiteren Schlüsse geschehen mit zwingender Notwendigkeit. Nun befindet sich unter den Prinzipien der modernen Physik eines, nämlich das Carnot-Clausiussche Prinzip, welches aussagt, daß in allem Geschehen in der Natur eine bestimmte Richtung vorherrscht in der Art, daß stets mehr disponible Energie in Wärmebewegung übergeht als Wärme in andere Energieform verwandelt wird; es wächst stets die Entropie des Ganzen. Es war außerordentlich schwierig, dies Prinzip mit den Grundvorstellungen der mathematischen Physik in Einklang zu bringen, denn es verlangt nichts geringeres, als daß alle Differentialgleichungen der Physik Schlußfolgerungen nur in dieser einen Richtung zulassen dürfen; es bindet uns also von vornherein in den Konsequenzen aus unseren Gleichungen. Dies ist aber nur möglich, wenn schon in die Anfangsdefinitionen der Grund für

diese einseitige Richtung mit aufgenommen werden kann. Da aber bei diesen mathematischen Definitionen kein Grund gefunden werden kann, ein Plus vor einem Minus, ein Rechts vor einem Links, überhaupt irgend eine Beziehung vor der ihr entgegengesetzten zu bevorzugen und sich damit zu begnügen, daß nur die eine Richtung zulässig sein, wogegen die andere in der Natur ausgeschlossen sein soll, so war es außerordentlich schwierig, dem Carnotschen Prinzip oder dem zweiten Hauptsatz der Wärmetheorie, so augenscheinliche Wahrheiten er auch offenbarte, in der theoretischen Physik Eingang und Anerkennung zu verschaffen. Boltzmann handelte daher ganz konsequent vom Standpunkte des Mathematikers, wenn er nicht eher ruhte, bis er den Ausweg aus dieser Schwierigkeit entdeckt hatte.

Nach den hypothetischen Vorstellungen der theoretischen Physik bestehen außer den unseren Sinnen wahrnehmbaren Bewegungen im Reiche der Atome noch eine Menge für uns nicht direkt erkennbarer Bewegungen. Diese „verborgenen“ Bewegungen sind nun zum Teil gesetzmäßig geordnet und in feste Bahnen gezwungen; (hierher gehören zum Beispiel die regelmäßigen Schwingungen, die der Ursprung der so überaus charakteristischen Spektrallinien sein müssen) oder sie verlaufen durchaus unregelmäßig und ungeordnet. Diese letzteren, die ungeordneten Bewegungen, machen das aus, was wir den Wärmezustand des Körpers nennen, sie bestimmen seine Temperatur. Da diese Wärmebewegungen ein System regelloser Erschütterungen der Atome darstellen, können wir sie nicht im einzelnen darstellen und beschreiben, sondern müssen uns begnügen, den Mittelwert der lebendigen Kraft dieser Bewegung über die Gesamtheit der Teile eines Körpers zu ermitteln; dieser Mittelwert ist der Wärmeinhalt des Körpers.

Wenn wir uns nun auch unfähig finden, in dieses Gebiet der Regellosigkeit tiefer einzudringen, so werden wir doch erwarten, daß in der Natur ein beständiger Austausch zwischen den regellosen Wärmebewegungen und den übrigen, geordneten, teils sichtbaren, teils unsichtbaren Bewegungen stattfindet. Wenn nun die Natur so beschaffen sein sollte, daß die Menge der ungeordneten Bewegung, also die absolute Größe der in einem begrenzten System vorhandenen Wärmeenergie, stets außerordentlich viel größer als die Energie der geordneten Bewegung ist, dann besteht stets die größere Wahrscheinlichkeit, daß Energie aus der geordneten Bewegung in die Wärmebewegung übergeht, als umgekehrt. In einem System, in dem alle möglichen Bewegungen durcheinanderlaufen, geordnete und regellose, wird stets, wenn einmal die regellosen Bewegungen die Oberhand haben, die Regellosigkeit und Unordnung zunehmen; die gestörte Ordnung stellt sich nicht von selbst wieder her, sondern schlägt langsam in gänzliche Unordnung um. Das lehrt auch die rein mathematische Wahrscheinlichkeitsrechnung. Damit ist aber die Möglichkeit der Einordnung des Carnotschen Prinzips in die theoretische Physik gefunden; die erfahrungsmäßige Gültigkeit dieses Prinzips führt zur Aufstellung der mathematischen Hypothese: In der Natur überwiegt stets die Zahl der ungeordneten Bewegungen, mit denen wir nur durch Mittelwerte rechnen können, über die der gesetzmäßig geordneten, deren einzelne Bahnen verfolgt werden können. Haben wir aber einmal diese Vorstellung als Hypothese in die mathematische Physik mit aufgenommen, so folgt dann das Carnotsche Prinzip mit absoluter Notwendigkeit; es ist dann nicht nur erfahrungsmäßig richtig, sondern mathematisch notwendig.

Wir sehen also aus allem diesen, daß es auch der theoretischen Physik gelungen ist, eine Entwicklungsrichtung in der leblosen Natur mit ihren mathematischen

Mitteln zur Darstellung zu bringen, aber während dieser Schritt der Physik auf der einen Seite von der höchsten Fruchtbarkeit und die Quelle außerordentlicher Entdeckungen gewesen ist, so ist er andrerseits nur möglich gewesen durch schwerwiegende Beschränkungen. Die mathematisch entdeckte Entwicklung kann nur zur gesteigerten Regellosigkeit führen, zum Ausgleich aller sinnlich wahrnehmbaren Unterschiede, zur Herstellung eines großen, allgemeinen Chaos, und die Einsicht in das Vorhandensein dieses Entwicklungsganges ist erkauft durch den Verzicht auf die Möglichkeit des Erkennens der Einzelheiten der Wärmebewegung, also des weitaus größten Teils aller vorhandenen, im Verborgenen verlaufenden Bewegungen.

Das ist das Bild, das die Physik von einer Entwicklung in der Natur macht, und nun vergleiche man diesen Entwicklungsbegriff mit der Entwicklung, die die Biologie für die lebendige Natur sich vorstellt. Verhalten sich nicht beide, wie wenn man die geometrische Verwandtschaft zwischen Kristallformen vergleicht mit der natürlichen Verwandtschaft organischer Lebewesen untereinander?

Durch die Aufstellung des Carnotschen Prinzips ist aber nicht gesagt, daß diese physikalische Entwicklung überall herrschen muß, sondern die Gültigkeit dieses Prinzips reicht nur so weit, als wir Aussicht haben, mit unseren mathematischen Hilfsmitteln in die Erscheinungen einzudringen. Wenn das Prinzip darauf beruht, daß wir bei den Wärmebewegungen nur mit Mittelwerten über alle Teile eines Körpers rechnen können, so folgt daraus nicht, daß es in der Natur nicht doch Kräfte geben kann, durch die in der ungeordneten Wärmebewegung einzelne Teile und Richtungen vor anderen bevorzugt werden. Helmholtz hat sich in seinen Vorlesungen über theoretische Physik mit der ihm eigenen Klarheit hierüber ausgesprochen. Bei Besprechung des Carnotschen Prin-

zips sagt er*): „Allgemein wäre die Unmöglichkeit, Wärmebewegung wieder völlig zurückzuführen in eine geordnete Bewegung, nach dieser Voraussetzung nur dadurch bedingt, daß wir gänzlich außer Stande sind, diese vollkommen ungeordnete Bewegung so ungeheuer vieler Atome, wie sie schon in einem erwärmten Naturkörper von nur mäßiger Ausdehnung vorhanden sind, wieder zu ordnen. Das übersteigt die Grenze unseres Könnens. Ebensowenig haben wir hinreichend feine Beobachtungsmittel, um aus dem Gemisch zweier Pulver die einzelnen Körnchen herauszusuchen, noch irgend welche Zangen, um sie zu sondern. Das Hindernis, die Unordnung in diesen Fällen wieder zu ordnen, ist von einer solchen Art, daß wir es nur betrachten können, als in den beschränkten Hilfsmitteln der Natur gelegen. — — — — — — — — — —

Es fragt sich aber, ob nicht anderweit in der Natur Mittel vorhanden sind, durch welche die Wärmebewegung geordnet werden kann. Vielleicht könnte eine genauere Untersuchung der geologischen Prozesse ergeben, daß in früheren Epochen der Erde Fälle vorgekommen sind, wo Bewegungen, die in Wärme übergeführt waren, wieder zurückverwandelt wurden. Namentlich aber knüpft sich ein Zweifel über die ausnahmslose Gültigkeit des Carnotschen Satzes an die Struktur der organischen Körper. Diese ist eine viel feinere als die von allen unorganischen Bildungen, welche wir herstellen können. Die in den tierischen und pflanzlichen Geweben vorhandenen porösen Membranen, Zellen und Zellennetze können möglicherweise Siebe enthalten, durch welche nur eine gewisse Art von Atomen hindurchgehen kann, während die anderen zurückgehalten werden. Solche „halbdurchflüssige“ Membranen sind anderweitig bekannt; sie sind im Stande, die

*) Helmholtz, Vorlesungen über theoretische Physik, Band VI, Seite 258, u. f.

beiden Bestandteile eines Gemisches wieder voneinander zu trennen. — — — — — — — — — — — — —

Ferner kommen bei niederen Pflanzen Vegetationsprozesse vor, für die wir eigentlich keine Kraftquelle anzugeben wissen; es wachsen manche Pilze und vergrößern ihre Substanzmenge im Dunkeln, wo die sonst durch das Licht den Pflanzen gewährte Kraftquelle der chemischen Prozesse fortfällt. Da stößt dann die Frage auf, ob nicht die Kraft dadurch gewonnen wird, daß diese Pflanzen die Wärmebewegungen ordnen, die in den feuchten Teilen ihrer Gewebe stattfinden."

Aus diesen Worten geht hervor, daß Helmholtz es für physikalisch möglich gehalten hat, daß es Gebiete gibt, in denen das Carnotsche Prinzip nicht gilt. Daraus folgt dann aber, daß es naturwissenschaftlich zulässig ist, neben der physikalischen Entwicklung nach dem Carnotschen Prinzip noch an eine andere Entwicklungsrichtung in gewissen Teilen der Natur zu glauben. Die Anwendung des Entwicklungsgedankens in diesem Sinne stützt sich dann aber nicht mehr auf die Möglichkeit einer physikalischen Erklärung, sondern überschreitet diese vollkommen. Der Gedanke der organischen Entwicklung hat nur wissenschaftlichen Sinn, wenn wir uns bewußt bleiben, daß wir dabei den Entwicklungsbegriff benützen ohne Rücksicht auf mechanische Vorstellbarkeit, lediglich in Anlehnung an die Beobachtungen, die wir in unserem eigenen menschlichen Leben machen.

Es ist daher zwar zulässig und notwendig, daß wir zu erkennen suchen, wie alle einzelnen Vorgänge in den lebenden Organismen immer wieder die gleichen physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten zeigen, und wie sich nichts in ihnen zeigt, dessen elementare Ursachen sich nicht auch in der unorganischen Natur wirksam zeigten, zu einer einheitlichen Wissenschaft wird die Kunde von

den lebenden Wesen erst dadurch, daß sie Begriffe in ihre Betrachtungen mit aufnimmt, durch welche sie den Bereich der Physik überschreitet, Begriffe, mit denen die Physik in gleicher Weise nicht rechnen kann und darf.

Alle Wünsche und Ideen von möglichster „Sparsamkeit" in unseren Hypothesen sind nur geeignet, diese schlichten Tatsachen zu verschleiern. Die Naturwissenschaft ergreift und verwendet vorgebildete Begriffe und benutzt sie zur Erweiterung unserer Kenntnisse von der Natur. Für sie liegt kein Bedürfnis vor, in der Auswahl ihrer Begriffe eine übel angebrachte Sparsamkeit walten zu lassen; Begriffe, die sich als geeignet erweisen unsere wirklichen Kenntnisse zu erweitern, sind stets willkommen und erwerben sich in der Wissenschaft Heimatrecht. Rein metaphysische Spekulation ist es, die, ohne über ihre Zulässigkeit Rechenschaft abzulegen, der einfachen klaren Erweiterung unserer Kenntnisse den Schleier ihrer uferlosen Ideen überwirft. Die Naturwissenschaft wird erst ihre volle Unbefangenheit und damit ihre volle Freiheit in allen ihren Zweigen gewinnen, wenn sie jede Metaphysik, zu der jede Art von Monismus gehört, von sich abschüttelt. Der ganze Monismus ist im Grunde nichts anderes als die Einbildung, eine Allwissenheit erreichen zu können, und mit Recht sagt H. St. Chamberlain*): „nicht die Unwissenheit, sondern die Allwissenheit ist für jede Zunahme des Wissensstoffes eine tödliche Atmosphäre".

Mit dieser Auffassung stimmt es auch völlig überein, daß neuerdings die Untersuchungen von H. Witte: „Über den gegenwärtigen Stand der Frage nach einer mechanischen

*) H. St. Chamberlain. Die Grundlagen des 19. Jahrhunderts. 5. Aufl. Seite 765. Der ganze mit „Wissenschaft" überschriebene Abschnitt in diesem Werke ist reich an Beispielen zur Erläuterung des oben gesagten; man vergleiche die Gedanken über die Pflanzensystematik daselbst. Dort findet sich auch der sehr zu beherzigende Satz: „Jede rein logisch-systematische sowie auch jede philosophisch-dogmatische Theorie bildet für die Wissenschaft ein unübersteigliches Hindernis, wogegen jede der Natur möglichst genau abgelauschte und dennoch nur als Provisorium aufgefasste Theorie Wissen und Wissenschaft fördert."

Erklärung der elektrischen Erscheinungen" (Berlin, Verlag von Ebering, und die Fortsetzung dieser Arbeit in den Annalen der Physik, Band 26, 1908), die mathematische Gewißheit erbracht haben, daß es vollkommen unmöglich ist, die zurzeit genau bekannten elektrodynamischen Erscheinungen auf rein mechanische Vorstellungen zurückzuführen. Dieser Schluß ist nicht mehr von der Hand zu weisen für diejenige Auffassung der Mechanik und ihrer Grundlagen, die zurzeit in der mathematischen Physik die allgemeinste Anerkennung besitzt. Der Satz, der so oft von Naturphilosophen ausgesprochen ist und immer wieder nachgesprochen wird, daß im letzten Grunde die Naturwissenschaft alle Erscheinungen mechanisch zu erklären hat, ist daher nichts als eine leere Redensart, die erst wieder Sinn erhalten kann, wenn es jemandem gelingt, die Grundbegriffe der Mechanik anders zu bestimmen, als es seit Jahrhunderten allgemein gebräuchlich ist. Man könnte nun denken, es kann also jetzt Ostwalds Energetik oder Häckels Substanzgesetz triumphieren, da ja ihre Grundanschauungen tatsächlich die alten mechanischen Grundbegriffe als irrtümlich verworfen haben, oder man könnte wohl auch in Machs Empirismus die erlösende Einheit finden. Doch solche Auswege nützen dem Physiker nichts. Der hier notwendige Schritt zur Erzielung einer einheitlichen Darstellung der jetzt getrennten Teile der Physik kann nur durch einen Mathematiker geschehen, der den Kern der hier vorhandenen Schwierigkeiten zu durchschauen vermag und weder Häckels, noch Ostwalds noch Machs Ideen geben dem Mathematiker die Handhabe, deren er hierfür bedarf. Er muß seine Wege sich selber suchen, und daher wird auch der nächste Fortschritt in diesem Gebiete nur vom Mathematiker, nicht aber vom Philosophen zu erwarten sein.



Achte Vorlesung.

Aufgabe der Philosophie.

Kant.

Vergleichen wir jetzt zum Schluß die wirklichen Leistungen der Naturwissenschaft der letzten Jahrzehnte, wie sie in den letzten beiden Vorlesungen dargestellt wurden, mit den Forderungen der verschiedenen naturphilosophischen Theorien, so zeigt sich eine recht schlechte Übereinstimmung. In einem Punkte gleichen sich alle diese Theorien: sie gehen alle aus von irgend einer bestimmten Vorstellung über die Art, wie das wahre Erkennen zustande kommt oder zustande kommen soll, und schließen daraus, welchen Weg die Naturwissenschaft einschlagen muß, um zu einer allgemeinen, monistischen und wirklich befriedigenden Weltansicht zu kommen. Beim Gegenüberstellen dieser philosophischen oder besser metaphysischen Forderungen mit der wirklichen Naturwissenschaft zeigt sich aber stets, daß jede dieser Richtungen wohl in einem Zweige der Naturwissenschaft fruchtbar und anregend wirken kann, dafür aber in anderen Zweigen tödlich verwirrend wirkt.

Der Materialismus in seiner stolzen, geschlossenen Form hielt sich streng an Descartes mathematische Methode, mußte dafür aber verzichten auf die Analyse psychischer Vorgänge. Häckel will mit Gewalt diese Methode fruchtbar machen für die gesamten Wissenschaften, schafft aber

durch seinen Substanzbegriff für die Physik nur ein völlig steriles Gebilde. Ostwald versucht den rechten Erkenntnisweg durch Anpassen der Erkenntnisweise an die Erfahrung nach Bacos Art zu finden, und glaubt auf diesem Wege den Energiebegriff als fruchtbarsten Gedanken der Naturwissenschaft empfehlen zu müssen. Während dadurch Chemie und Physiologie außerordentlich gewinnen, wird die theoretische Physik ihrer leuchtenden Klarheit beraubt und die eigentlichen biologischen und psychologischen Disziplinen geraten in die Gefahr arger Verflachung. Schließlich meint Mach den einheitlichen Weg der Erkenntnis im Zurückführen aller Tatsachen der Wahrnehmung auf gleichartige Empfindungselemente gefunden zu haben und gibt dadurch viele neue, anregende Gedanken für psychologische Vergleiche, verwischt aber völlig den Unterschied zwischen mathematischer und nur logisch-empirischer Schlußweise, zwischen Physik im strengeren Sinne und den anderen Wissenschaften; der ersteren wird ihr charakteristischer Wert völlig genommen.

Es muß als ein wahres Glück bezeichnet werden, daß keine einzelne Naturphilosophie bis jetzt wirklich in allen Kreisen der Naturwissenschaft hat zur Herrschaft gelangen können. Der Untergang der wirklich freien Entfaltung der Wissenschaft wäre die notwendige Folge, dem unabhängigen Entdecken neuer Tatsachen wäre die schwerste Hemmung in den Weg gelegt.

Fast muß es hiernach scheinen, es ist besser, zu sagen: Laßt ab von aller Philosophie, es ist ein trügerisches Licht, das Ihr entzündet, nur geeignet, vom hellen Wege freier Forschung hinwegzuführen in die Tiefen finsterer Dogmen. In der Tat, zu diesem Schlusse müßte man wirklich kommen, und daran verzweifeln, den ganzen Reichtum der Wissenschaften in ein einziges System zu

zwingen, und deswegen lieber auf jegliche Philosophie verzichten, denn es ist besser für die Freiheit der Wissenschaft, gar keine Philosophie zu besitzen, als eine irreführende, wenn wir Deutschen nicht einen Philosophen gehabt hätten, der bereits vor mehr als hundert Jahren gezeigt hat, daß eine wahrhaft wissenschaftliche, also niemals irreführende Philosophie möglich ist. Alle jene Naturphilosophen sind in gewissem Sinne durch Kant beeinflußt, indem sie ihre Systeme mit einer Art Erkenntniskritik einführen, das heißt mit der Auseinandersetzung der Art, wie sie sich denken, daß Erkenntnis zustande kommt; aber alle machen sie es anders, alle gerade entgegengesetzt wie Kant.

Es ist kein Zufall, daß Kant in drei Hauptwerken, den drei Kritiken, seine Ideen niedergelegt hat. In der Kritik der reinen Vernunft und in der Kritik der Urteilskraft, wenigstens in ihrem zweiten Teil, der Kritik der teleologischen Urteilskraft, behandelt er die Fragen, die aus dem Vorhandensein der zwei Hauptdenkrichtungen in der Naturwissenschaft hervorgehen; in der Kritik der praktischen Vernunft bewährt er sich erst als ganzer Philosoph, der nicht allein auf die Frage: Was kann ich wissen? eine Antwort sucht, sondern kühn und unabhängig auch der nächsten Hauptfrage, die niemals im Menschengemüte zum schweigen gebracht wird, der Frage: Wie soll ich handeln? sich zuwendet und eine selbständige Lösung erstrebt.

Fern soll es mir aber liegen, daß ich jetzt in den gleichen Ton einstimme, den fast alle Fachphilosophen seit Kant angeschlagen haben, daß ich nämlich behaupte, Kant habe in der Hauptsache recht, er müsse nur richtig verstanden werden. Ich will nichts weiter, als nur noch zeigen, welche Fragen der tatsächlich zurzeit vorhandene Zustand in unseren Naturwissenschaften dem philosophischen Nachdenken vorlegt, und ob wohl auf diese Fragen eine Antwort

möglich ist, die nicht rückwirkend die Freiheit der Naturforschung einengt.

Wir besitzen zurzeit eine wissenschaftliche Physik, und diese bedient sich der mathematischen Methode als ihres wichtigsten Werkzeuges. Ich bin nicht besorgt, daß die Art, wie ich die Forschungsweise der Physik im Vorhergehenden dargestellt habe, nicht sollte von den Fachkennern als im wesentlichen richtig anerkannt werden, noch auch halte ich es für wahrscheinlich, daß die Physik von dieser ihrer grundsätzlichen Methode jemals in Zukunft sollte erheblich abweichen können. Die Physik ist zugleich der älteste und, man kann vielleicht auch sagen, angesehenste Zweig der Naturwissenschaften, dessen Ergebnissen immer besonderes Vertrauen entgegengebracht wurde. Wenn wir nun das Bedürfnis nach einer „Weltanschauung" anerkennen, das heißt das Bedürfnis, unsere Kenntnisse einzelner Teile der Natur zusammenzuschließen und zu erweitern zu einer einheitlichen Weltansicht, oder wenn wir als Philosophen fragen: Was können wir wissen?, so heißt das jetzt: Welchen Teil einer allgemeinen Vorstellung von dem All können diese speziellen physikalischen Entdeckungen bilden?

Wir benutzen in der Physik unsere mathematischen Fähigkeiten, um uns in der Natur zurechtzufinden, also prägen wir den Naturgesetzen, die wir suchen, von vornherein die äußere Gestalt unserer mathematischen Formeln auf. In der Physik sind die Naturgesetze immer Differentialgleichungen. Soll also die moderne Physik bei der Ausbildung unserer „Weltansicht" mit beteiligt sein, so müssen wir voraussetzen, daß „diese Welt" in das Reich mathematischer Formeln auch hineinpaßt; die Natur muß der Form des mathematischen Denkens entsprechend vorgestellt werden.

Die Mathematik benutzt nun beständig zur Ausbildung und Weiterentwicklung ihrer Begriffe die Anschauungs-

form des Raumes und der Zeit, wir müssen also mit der Anerkennung der theoretischen Physik sofort zugeben, daß alle Zusammenhänge, die wir in der Natur zu entdecken hoffen, vollständig in dem Raum und in der Zeit, mit denen auch die Mathematik rechnet, anzutreffen sind. Nur in dem mathematisch diskutierbaren Raum und in der mathematisch meßbaren Zeit dürfen die Naturereignisse vorgestellt werden, wenn sie uns physikalisch verständlich sein sollen.

Man hat in früheren Jahrzehnten aus dieser Tatsache, daß wir die Formen der Mathematik notwendig als Maß an die Natur anlegen, wiederholt geschlossen, daß also auch die elementaren Axiome der Mathematik, speziell die Axiome der Euklidischen Geometrie, in der Natur allgemein gültige Gesetze sein müssen; danach würden wir dann imstande sein, gewisse Grundgesetze a priori von der Natur zu kennen, ohne uns die Natur anzusehen. Dieser Schluß mußte mit Recht Bedenken erregen, aber er ist auch tatsächlich nicht richtig. Nur die ganz allgemeine Form der reinen Mathematik wird als auf die Natur anwendbar gefordert; die reine Mathematik hat aber gar keine Axiome. Die mannigfaltigen geometrischen Entwicklungen von Gauß, Helmholtz, Riemann und anderen haben deutlich gezeigt, daß wir mathematisch auf sehr verschiedene Weise räumlich-zeitliche Beziehungen entwickeln und zu großen mathematischen Disziplinen ausbilden können. Für die Physik kommt es nur darauf an, daß wir irgend eine dieser Methoden auswählen und mit ihr die Beziehungen zwischen beobachteten Vorgängen zur Darstellung bringen. Die Erfahrung hat uns nun gezeigt, daß unter Zugrundelegung der Euklidischen Axiome diese Darstellung gelingt, also ist auch der Zweig der Mathematik, der sich an diese Axiome anschließt, der praktisch für die Physik allein in Frage kommende. Es sind also die Axiome Euklids und mit ihnen die

Vorstellung, daß der Raum der Natur nur drei Dimensionen hat, gar keine apriorischen, uns angeborenen Kenntnisse der Natur, sondern sie stellen nur den Ausdruck der aus Beobachtungen gewonnenen Erfahrung dar, daß wir mit ihnen stets richtige mathematische Berechnungen des Beobachteten erhalten. Trotzdem ist die Möglichkeit, eine vierte Dimension des Raumes in Rechnung zu ziehen, nur mathematisch diskutabel, für die Physik und jede Anwendung auf die Natur scheidet sie völlig aus. Denn die verschiedenen nichteuklidischen Geometrieen sind nicht die eine die Erweiterung der anderen, sondern sie sind parallele Zweige neben einander, verschiedene Entwicklungsmöglichkeiten der Mathematik. Haben wir uns aber auf Grund unserer Erfahrung in der Physik einmal zu Gunsten der Euklidischen Geometrie entschieden, so müssen wir dann auch dabei bleiben und können nicht mehr in Einzelfällen die Hilfsmittel einer anderen Geometrie, also etwa eine vierte Dimension, herbeiziehen. Obwohl also nur die Erfahrung zu Gunsten Euklids entschieden hat, so entscheidet sie doch in diesem Falle absolut bindend für alle Fälle, so weit wir künftige Erfahrungen erwarten; die Physik bleibt auch in diesem Falle sich selbst treu; sie stellt einfach die mathematische Hypothese auf, daß der Raum der Natur dem Raume Euklids entspricht, und zieht daraus die Konsequenzen. Eine vierte Dimension irgendwo zuzulassen, würde heißen, eine andere mathematische Anfangshypothese zu Grunde zu legen; damit würden aber die gesamten Konsequenzen in anderer Form ausgeführt werden müssen; unsere jetzige Physik wäre dann verkehrt. H. Poincaré drückt das aus in dem Gedanken, daß es ein Übereinkommen unter den Physikern ist, in der Darstellung der Naturvorgänge sich der Euklidischen Geometrie zu bedienen, weil dies sich als das Zweckmäßigste erwiesen hat.

Hat man sich in dieser Weise vergegenwärtigt, daß die Anerkennung der theoretischen Physik von vornherein unserem philosophischen Weltbilde die Beschränkung auferlegt, daß die Natur, so weit wir etwas von ihr zu „wissen" hoffen, stets im Bereiche der mathematischen Formen bleiben muß, und daß diese Formen auf unserer menschlichen Fähigkeit zur Mathematik beruhen, so werden wir es auch nicht mehr für unwahrscheinlich halten, daß auch noch ein weiteres subjektives Moment in dieser Art von philosophischem Weltbilde liegen mag. Vom rein mathematischen Satze bis zu einer physikalischen Erkenntnis ist offenbar noch ein besonderer Schritt nötig. Das Eine ist rein subjektiv in der mathematischen Anschauung konstruiert, das Andere soll sich auf die beobachteten Erscheinungen in der Natur beziehen. Um vom einen zum andern zu gelangen, muß eine Brücke geschlagen werden, die jedenfalls mit dem einen Ende nur in uns, mit dem anderen Ende allein in der Natur ruhen kann. Hier liegt also offenbar ein Problem für die Philosophie, das erst gelöst werden muß, bevor überhaupt von Weltanschauung geredet werden darf.

Tritt man mit diesen Gedanken jetzt an Kants Kritik der reinen Vernunft heran, so wird man eine reiche Fülle von Anregung und Antworten finden, und man wird sicher dies Buch nicht an die Seite legen, ohne einzugestehen, daß sehr viel Wahres dort gefunden wird und noch für unsere Zeit verwertet werden muß, ehe wir sagen dürfen: wir können jetzt einen Schritt weiter tun und den Grund zu einer brauchbaren Weltanschauung legen. Freilich beruht diese Bedeutung von Kants erstem Hauptwerk ganz auf der Voraussetzung der Anerkennung der theoretischen Physik in der Form, wie sie hier geschildert wurde. Wer für diese Physik kein Verständnis hat und sie für seine Weltansicht entbehren zu können meint, für den kann auch Kants Kritik der reinen Vernunft kein Interesse bieten, und er wird mit

Mach und Petzold*) in diesem Werke Kants den Grund des „traurigen Niederganges der Philosophie“ nach Locke, Berkeley, Hume erklären können.

Es ist aber weiter zweifellos Tatsache, daß außer der theoretischen Physik noch andere reich blühende Zweige der Naturwissenschaft bestehen und unsere Kenntnisse der Natur beständig unermesslich erweitern, und daß zugleich die moderne Physik durchaus nicht den Anspruch erhebt, das ganze Gebiet dieser anderen Zweige auch nur im Prinzip in künftiger Zeit einmal auch noch für sich zu erobern. Soll also unser Weltbild von den Ergebnissen der ganzen Naturwissenschaft getragen sein, so müssen wir uns fragen, ob denn nicht aus der Methode dieser weiteren Zweige der Naturwissenschaft ebenfalls gewisse Momente menschlicher Art sich ergeben, die dem Weltbilde ein bestimmtes Gepräge notwendig aufdrücken müssen. Hier liegt also das zweite Problem der wissenschaftlichen Philosophie, das ebenfalls erst gelöst werden muß, bevor von einer Weltanschauung geredet werden darf.

Die Lösung dieses Problems darf aber nicht auf dem Wege gesucht werden, daß man sich irgend ein Weltbild, ein Schema ausdenkt, durch welches man Einheit in die Mannigfaltigkeit der Naturwissenschaften hineinbringt, wie Mach es getan hat; auch nicht dadurch, daß man sich einen Weg ersinnt, auf dem unser Erkennen allein möglich sein und der uns dann aufklären soll über den Sinn und Inhalt der Naturwissenschaft, wie es unter den Fachphilosophen viel im Gebrauch ist. Alle Versuche dieser Art müssen stets dazu führen, die Erfolge der Naturwissenschaft anders zu deuten, als sie selbst sich versteht, und dadurch legen sie stets der Naturwissenschaft einen Zwang auf, in dem sie diese belehren wollen.†) Die Naturwissenschaft kann ihre

*) Siehe erste Vorlesung.

†) Man vergl. den Vortrag von Lips über „Naturwissenschaft und Weltanschauung“ auf der Naturforscher-Versammlung in Stuttgart 1906.

Kräfte nur dann voll entfalten, wenn ihre Freiheit durch nichts beschränkt wird, besonders nicht durch Philosophie; nicht sie soll von der Philosophie lernen, sondern umgekehrt ist es die Naturwissenschaft, an der die Philosophie erkennen soll, welche Wege uns zur Erweiterung unserer Erkenntnis offen stehen, damit sie in richtiger Weise ihre Aufgabe, die Gesamtheit unserer Kenntnisse zu einer Einheit zusammenzuschließen, wissenschaftlich lösen kann.*)

Kant hat auch hierfür in seiner Kritik der Urteilskraft den wissenschaftlichen Weg gezeigt. Er nimmt es als Tatsache hin, daß der Zweckbegriff uns wichtige Dienste leistet, um über zahlreiche Erscheinungen in der Natur vielfache Aufklärung zu erhalten, und fragt dann: Wie ist es möglich, daß wir einen solchen Begriff haben auffinden können und welche Bedeutung können die mit Hilfe dieses Begriffes abgeleiteten Kenntnisse für uns haben? Die Fragestellung ist ganz analog, wie in der Kritik der reinen Vernunft, dort war es die mathematische Form, hier ist es die Zweckform; beide Male wird geschlossen: also haftet an allen naturwissenschaftlichen Kenntnissen eine menschliche Prägung. Daraus wird aber nicht gefolgert: also muß die Naturwissenschaft dieses falsche Gepräge noch abwerfen und nach absoluter Wahrheit streben, denn das wäre Verkennung der Aufgabe der Philosophie. Die einzige Quelle wahren Wissens von der Natur ist die Naturwissenschaft; aus ihrer Methode hat die Philosophie die Einsicht zu gewinnen, daß auch die Weltanschauung, die sie aufbauen will, das Gepräge des menschlichen Geistes nicht

*) Sehr treffend sagt Helmholtz in seinem Vortrage: „Über das Verhältnis der Naturwissenschaft zur Gesamtheit der Wissenschaften“: „Kants kritische Philosophie ging darauf aus, die Quellen und die Berechtigung unseres Wissens zu prüfen und den einzelnen übrigen Wissenschaften gegenüber den Maßstab für ihre geistige Arbeit aufzustellen. Ein Satz, der a priori durch reines Denken gefunden war, konnte nach seiner Lehre immer nur eine Regel für die Methode des Denkens sein, aber keinen positiven, realen Inhalt haben“.

ableugnen darf. Nun hat es, als Kant seine Kritik der Urteilskraft schrieb, allerdings noch keine Naturwissenschaft im Sinne von Lamarck, Goethe und Darwin gegeben, deswegen kann auch in diesem Werke noch keine genügende Lösung des aufgestellten Problems für unsere Zeit gefunden werden. Aber nicht die völlige Lösung ihrer Probleme ist Aufgabe der Wissenschaft — denn damit wird sie niemals fertig — sondern die richtige Stellung der Fragen. Die Fragestellung, wie sie Kant in der Kritik der Urteilskraft gegeben hat, ist aber heute noch ebenso richtig und notwendig wie vor hundert Jahren, denn es gibt neben der Physik noch eine andere Naturwissenschaft, und diese andere arbeitet mit einer Fülle von Begriffen, über deren Herkunft und Bedeutung der Philosoph sich Rechenschaft geben muß, wenn er wissenschaftlich weiter kommen will.

Jede Wissenschaft lebt einzig vom Sehen. Das lebendige Schauen im Geist, die Anschauung, ist der unerschöpfliche, aber auch einzige Quell der Wissenschaft. Der Mathematiker sieht die Gebilde, die seinen Begriffen entsprechen, im Geiste vor sich, er sieht sie sich verwandeln und liest aus ihnen ihre Eigenschaften ab. So sieht auch ein Goethe die Pflanze im Geiste wachsen, er sieht wirklich das Blatt sich bilden, sich wandeln, hier zum Laubblatt, hier zum Staubgefäß, Fruchtblatt oder Blumenkronblatt sich entwickeln; er sieht die Knochen des Schädels aus den Teilen des Wirbels sich bilden. Darwin sieht lebendig vor sich, wie die Arten sich wandeln unter dem Einfluß der Nahrung, des Klimas und des vernichtenden Kampfes gegen die Verfolger. Aber wenn der Physiker die Elektronen vor sich sieht und ihren Bahnen im Geiste folgt, so hat er sie doch selbst vorher hineingesetzt in das Feld der Maxwellschen Gleichungen, und diese sind es, die den Elektronen die Bahnen aufzwingen. Seinen Gebilden schreibt so der Physiker selbst ihre Gesetze vor,

deren Ergebnisse er dann wieder in der Anschauung erblickt und auffindet. Nicht so bei Goethe und Darwin; was diese sehen, sind nicht die Erfolge selbstkonstruierter Formeln, sondern es sind erlebte Ereignisse. Der Botaniker hat die Pflanze wirklich unendlich oft wachsen sehen und hat gesehen, daß Blätter und Blüten in der ersten Anlage einander völlig gleichen; der Anatom hat die Knochen im Embryo sich in gleicher Art anlegen und mit dem weiteren Wachstum die verschiedensten Formen annehmen sehen; der Tierzüchter hat wirklich neue Formen und dauernde Rassen vor seinen Augen entstehen sehen. Was diese Seher im Geiste viel hundertfach selbst erlebt haben, das zeigt ihnen ihr Blick nun wieder im größeren Zusammenhange der Formen. Es ist ja bekannt, wie heftig der alte Goethe werden konnte, wenn man bezweifeln wollte, was er doch so lebendig, so wirklich vor sich sah. Aber, was diese Forscher von dem Physiker immer wieder unterscheidet, ist, daß sie selbsterlebte Ereignisse schauend auf andere Zusammenhänge übertragen, während der Physiker durch selbstkonstruierte Begriffe seinen Gebilden die Gesetze aufzwingt. Auf der einen Seite ist es das Wiederschauen des Erlebten, auf der andern das Nachschauen des Geschaffenen. Warum sollte es nicht auf beide Weisen uns gegönnt sein, tiefe Blicke in die Geheimnisse der Natur zu tun?

Es geht noch immer ein eigentümlich „monistischer“ Zug durch unsere Zeit, der es selbst bedeutenden Denkern unendlich schwer macht, den tatsächlich vorhandenen Dualismus in der Naturwissenschaft zuzugeben und ihm offen ins Auge zu sehen. Die Führer der Entwicklungsmechanik, Le Roux und Rhumbler, ebenso Mach leisten gewiß Außerordentliches, wenn sie mit fortschreitendem Erfolge sich bemühen, zu erkennen, wie alle einzelnen Stufen in der Entwicklung der lebenden Wesen aus der Eizelle heraus durch nachweisbare bekannte physikalische

Wirkungen beherrscht werden, aber sie vergessen dabei nur oftmals, daß der Wissenschaft von den lebenden Formen die Lebensluft genommen wird, wenn man ihr das lebendige Schauen eines Goethe und Darwin wieder nimmt. Auf der anderen Seite trifft es den Lebensnerv der Physik, wenn ihr nach Mach das mathematische Schaffen als Eigenart verleidet werden soll. Mach unterscheidet ganz richtig*) drei Gruppen von Elementen, die Gruppe A B C, die Gruppe K L M und die Gruppe $\alpha \beta \gamma$. In der ersten Gruppe können wir Physiker sein, die beiden andern werden nur unter Mitberücksichtigung des Selbsterlebten, nicht Erschafften, soweit erkannt, wie uns Menschen ein Erkennen erreichbar ist. Und da das Erleben in der Gruppe K L M anderer Art ist, als das in der Gruppe α β γ, so werden auch stets zwischen den rein biologischen Wissenschaften und den psychologischen Unterschiede bestehen, die durch keine Philosophie hinweggedeutet werden dürfen. Durch die Art ihrer Mittel müssen daher stets drei Zweige der Naturwissenschaft unterscheidbar bleiben.

Es ist äußerst lehrreich, zu sehen, wohin die Anwendung eines bewährten Mittels der Forschung in einem falschen Gebiete führt, da uns Goethe selbst hierin ein Beispiel gibt. Goethe hat es oftmals erlebt, wie die Trübung des Abendhimmels sich rot färbte vor der helleren Sonne, er sah die Flamme der Kerze durch ein Milchglas gesehen rot erscheinen; ebenso hat er es oft erlebt, daß der beleuchtete Nebel vor dunklen Bergen bläulich schien, so wie leichte Rauchwolken vor dunklem Hintergrunde blau erscheinen, vor hellem aber rot. So hat er denn auch wirklich, wenn er eine weiße Fläche auf dunklem Grunde durch ein Prisma ansah, gesehen, und jeder kann es wieder sehen, wie das helle Weiß auf der einen Seite sich hinter die dunkle Fläche zu schieben scheint und so einen roten

*) Siehe die fünfte Vorlesung.

Saum erhält, während auf der anderen Seite das Dunkle hinter dem durchscheinenden Weiß zu liegen scheint und so einen blauen Saum gibt. Er hat uns mit dieser seiner Art zu sehen in seiner Farbenlehre eine Menge schöner Beziehungen zwischen den Farben kennen gelehrt und unsere Kenntnisse erweitert, aber seine Forschungen in diesem Gebiete sind niemals Physik geworden. Hier befand er sich, um mit Mach zu reden, im Bereiche der A B C, in diesem ist aber Physik möglich, und dann zieht die Naturwissenschaft stets die physikalische Methode vor. Genau das Entgegengesetzte machen manche Lehrer der Entwicklungsmechanik und macht auch zur Strassen in dem in der vorigen Vorlesung erwähnten Vortrage, nur daß hier der Fehler nicht so offen am Tage liegt, da bei allen biologischen und psychologischen Vorgängen die physikalischen Prozesse zweifellos mitbeteiligt sind; der Fehler tritt erst ein, wenn man meint, diese allein könnten für diese Zweige der Wissenschaft ausreichen.

Wir können nach allem diesen nur immer wieder betonen: die Naturwissenschaft kann nur dann wirklich frei sich entfalten, wenn sie sich gänzlich unabhängig hält von allen falschen „philosophischen Bedürfnissen“ und sich allein ihre eigenen Wege sucht, und die Philosophie kann nur dann zu einer Wissenschaft werden, die nicht immer wieder umzukehren braucht und sich von den Erfolgen der Naturwissenschaft belehren lassen muß, wenn sie die Fragestellung Kants in der Kritik der reinen Vernunft und der Kritik der Urteilskraft sich zu eigen macht.*)

*) Kant beginnt in seiner kleinen Schrift: „Träume eines Geistersehers erläutert durch Träume der Metaphysik“ das dritte Hauptstück mit den Worten: „Aristoteles sagt irgendwo: Wenn wir wachen, so haben wir eine gemeinschaftliche Welt, träumen wir aber, so hat jeder seine eigene. Mich dünkt, man sollte den letzteren Satz umkehren und sagen können: Wenn von verschiedenen Menschen ein jeglicher seine eigene Welt hat, so ist zu vermuten, daß sie träumen“. Diese Worte bezog Kant auf die philosophischen Systeme seiner Zeit, es scheint, als ob er auch noch heute paßt.

Nun hat aber Kant neben diese beiden Kritiken noch eine dritte selbständige und von jenen völlig unabhängige gestellt, die Kritik der praktischen Vernunft. Dies mußte geschehen, denn kein Philosoph hat seine Aufgabe vollständig erfaßt, wenn er nicht auch zu den Grundfragen der Ethik Stellung genommen hat. Bei allen von monistischem Geiste beseelten Philosophen ist diese Stellungnahme von selbst gegeben; die Antwort auf die Frage: Wie soll ich handeln? muß sich bei ihnen ergeben aus der Antwort auf die Frage: Was kann ich wissen? oder wie die Monisten sie aufstellen: Was weiß ich sicher? So sehen wir bei Descartes und bei Baco die Auffassung der Ethik von selbst sich aus ihrem System ergeben. Nur der Materialismus nach Du Bois Reymond erklärt sich im Prinzip unfähig, auch diese Probleme zu lösen, und muß nach F. A. Lange eine idealistische Ergänzung der naturwissenschaftlichen Welt suchen. Bei Häckel dagegen, ebenso wie bei Ostwald und Mach, wird die Ethik als ganz selbstverständliche Ergänzung der naturwissenschaftlichen Ergebnisse gefunden.

Dieser Weg war für Kant infolge seiner Problemstellung ausgeschlossen. Mit Recht sagt er, daß die Frage, was für uns Pflicht sei, eine bestimmte, eindeutige Antwort verlangt. Der Pflichtbegriff würde keinen Sinn haben und könnte nicht die Grundlage einer selbständigen Wissenschaft bilden, wenn an ihm sich irgendwie drehen und deuteln ließe, wenn er uns das eine Mal so, das andere Mal anders, je nach den äußeren Umständen, führen könnte. Unter den Naturwissenschaften gibt aber nur die Physik unbedingt gültige Antworten, und diese auch nur in ihren mathematischen Bildern; die Antworten gelten apodiktisch, aber ihre Anwendung beruht auf Hypothesen. Alle anderen Naturwissenschaften geben aber stets nur empirische Gewißheit und ihre Sicherheit kann gerade in dem Gebiete,

das bis an das Handeln des Menschen heranreicht, wegen der unvermeidlichen Schwierigkeit dieser Aufgaben nur eine sehr unvollkommene sein. Die Gründung der Ethik auf Ergebnisse der Naturwissenschaft hebt sie daher als selbstständigen Zweig einer wissenschaftlichen Philosophie auf und setzt sie zu einer empirischen Nützlichkeitslehre herab.

So wie nun Kant die Tatsache der mathematischen Methode der Physik als vorhanden anerkannt und wie er den Zweckbegriff (wir würden heute ein System erlebter Begriffe sagen) als geeignet zum Aufbau systematischer und deswegen auch wissenschaftlicher Untersuchungen in der Natur zugelassen hat, so sieht er es auch als Tatsache an, daß wir Menschen ein Pflichtbewußtsein in uns vorfinden, das unabhängig von aller Rücksicht auf äußere Bedingungen besteht und daher eben als unbedingt verpflichtend von uns empfunden wird. Die Kritik der praktischen Vernunft untersucht die Frage, von welcher Form allein ein solches Pflichtgesetz sein kann, damit es möglich ist, daß wir, ohne mit uns und den Naturwissenschaften in Widerspruch zu geraten, dasselbe anerkennen können. Auch hier kommt alles, um die Kritik der praktischen Vernunft mit Nutzen lesen zu können, darauf an, daß man die Problemstellung richtig erkannt hat. Das Vorhandensein des Pflichtgefühls wird als Tatsache hingenommen, dasselbe soll nicht erst bewiesen werden, ebenso wie in der Kritik der reinen Vernunft die Existenz der mathematischen Methode als Tatsache hingenommen ist, und nicht erst bewiesen wird, daß die Naturwissenschaft mit dieser Methode zu sicheren Ergebnissen gelangt. Wer diese Tatsachen nicht sieht und als einfache Tatsachen anerkennen kann, für den sind beide Kritiken umsonst geschrieben und er bleibe lieber davon.

Daß es wirklich berechtigt ist, ein solches Pflichtgefühl im Sinne Kants als im Menschen vorhanden anzu-

nehmen, ist oftmals in unserer Zeit durch die scheinbaren Ergebnisse der Naturwissenschaft verdunkelt worden. Die Naturwissenschaft sucht allerdings die in der Natur geltenden Gesetze aufzufinden und immer vollständiger zu entdecken, und wenn ihr dies auch stets nur empirisch, also unvollständig, gelingt, so hätte es doch keinen Zweck, Naturwissenschaft zu treiben, wenn wir nicht fest daran „glauben" dürften, daß in der Natur in Wahrheit eine allgemeine, unabänderliche und gesetzmäßige Wechselwirkung in allen Teilen besteht, so daß nichts geschieht, das nicht mit Notwendigkeit aus dem Vorhergehenden folgen muß und durch dieses vollständig bestimmt ist. Die monistische Philosophie hat aus der Notwendigkeit dieses Glaubens stets geschlossen, daß der unabhängige Pflichtbegriff Kants nur zum Schein bestehen kann, ein trügendes Dogma ist, denn die Unabänderlichkeit der Naturgesetze läßt keinen Raum für die Freiheit eines Willens, der durch die Gesetze der Pflicht sich leiten lassen könnte. Aber die Philosophie Kants ist das Gegenteil von Monismus. Kant sieht verschiedene Tatsachen, die als Unterlage für den Aufbau der Naturwissenschaft benutzt werden, und schließt daraus, daß daher die Gesetze, die die Naturwissenschaft findet, nicht identisch sein können mit der allgemeinen Gesetzmäßigkeit in der Natur, an die wir glauben, sondern erstere sind nur menschliche Bilder von Teilen von letzterer. Die Naturwissenschaft verlangt nur, daß in diesen menschlichen Bildern ein stetiger Zusammenhang sich auffinden lasse soweit, wie die Naturwissenschaft vordringen kann, aber sie hat nicht zu ihrer notwendigen Voraussetzung, daß sie auch wirklich die ganze Natur in ihren Bildern widerspruchsfrei begreifen kann; die Widersprüche werden sich aufklären, wenn sie der Mittel sich bewußt bleibt, die sie zu ihrem Aufbau benutzt hat. Wenn wir daher in der Natur des Menschen ein

Pflichtbewußtsein wirklich vorfinden, nach dem er handeln zu können sich wünscht, und das die Freiheit seiner Entschließung zur Voraussetzung hat, so können wir diesen Begriff der Pflicht als in uns erlebten Begriff durchaus anerkennen, da wir ja doch nicht leugnen können, daß auch die Naturwissenschaft einen großen Teil ihrer Kenntnisse auch nur aus erlebten Begriffen aufbaut, und unmöglich ein Erlebnis ein anderes Lügen strafen kann. Die absolute Unmöglichkeit, die Freiheit unseres Willens auch naturwissenschaftlich zu begreifen, liegt also nicht daran, daß sie nur trügerischer Schein ist, sondern an der menschlich unvollkommenen Methode der Naturwissenschaft und aller unserer Erkenntnis überhaupt.*)

Es kann hier nicht die Aufgabe sein, die Kantische Philosophie zu rechtfertigen, nur die Möglichkeit sollte gezeigt werden, daß hier eine neue Problemstellung gefunden werden kann, ohne mit der Naturwissenschaft in Widerspruch zu geraten, sobald man vom Monismus sich freigemacht hat. Das allgemeine Gesetz der Moral, zu dem Kant auf diesem Wege gelangt, der „kategorische Imperativ", lautet aber: „Handle stets so, daß du wünschen kannst, die Motive deiner Handlungsweise könnten allen Menschen als Gesetz auferlegt werden." Dies ist die philosophische Formulierung des allbekannten Satzes: Was ihr wollt, daß euch die Leute tun, das tuet ihr ihnen.

Es ist allerdings wahr, auf das gleiche Grundgesetz der Moral kommen auch die Anhänger Häckels sowie Ostwald selbst hinaus; auch diese glauben zeigen zu können, daß ihre philosophischen Ideen ebenfalls dieses Gesetz natur-

*) Helmholtz sagt in dem oben zitierten Vortrage: „Ja da wir uns selbst freien Willen zuschreiben, d. h. die Fähigkeit, aus eigener Machtvollkommenheit zu handeln, ohne dabei von einem strengen und unausweichlichen Causalitätsgesetze gezwungen zu sein, so leugnen wir dadurch überhaupt ganz und gar die Möglichkeit, wenigstens einen Teil der Äußerungen unserer Seelentätigkeit auf ein streng bindendes Gesetz zurückzuführen".

wissenschaftlich als das der Menschheit nützlichste nachweisen, daß also nicht im praktischen Inhalt, sondern nur in der Form der Begründung ein Unterschied bestehe. Die monistische Ableitung aus naturwissenschaftlichen Kenntnissen soll den Vorzug haben, unsern Geist zu befriedigen, uns nicht mit uns selbst in Widerspruch zu setzen und klares Wissen an die Stelle dunkler Ahnung zu stellen. Das klingt zwar sehr verlockend, trifft in Wahrheit aber vernichtend das Wesentliche dieses kategorischen Imperativs. Man hat schon wiederholt darauf aufmerksam gemacht, daß, wenn die Naturphilosophie nicht auf diesen Imperativ in ihrer Ethik herauskommen würde, daß sie dann überhaupt nicht bestehen könnte; sie würde sich lächerlich machen und wegen ihrer Ethik verachtet werden. Es muß nun sehr verdächtig erscheinen, wenn man bei philosophischen Schlüssen vorher weiß, was herauskommen muß, und danach seine Beweise einrichtet; die Überzeugungskraft derartiger Beweisführung kann unmöglich sehr zwingend sein. Die ganze Ethik der monistischen Philosophie ruht daher nur auf sehr unsicherem Boden und kann praktisch, so sehr sie sich auch in schöne Worte kleiden mag, nie sich wesentlich von reiner Nützlichkeitsmoral entfernen. Dasselbe Moralgesetz ruht bei Kant auf ganz anderer Grundlage. Wir sind nach seiner Auffassung im Stande, die Stimme dieses Gesetzes in unserem Innern wahrzunehmen, und können uns bemühen, uns ihr unterzuordnen, gleichgültig, ob wir wissen, woher es stammt. Wir empfinden es als der Würde des Menschen allein angemessen, dieses sein heiligstes Gut nicht entehren und entstellen zu lassen und hierin uns als Menschen in allen philosophischen Überlegungen von der ganzen übrigen Natur zu unterscheiden. Kants Worte am Schlusse seiner Kritik der praktischen Vernunft lauten: „Zwei Dinge erfüllen das Gemüt mit immer neuer und zunehmender Bewunderung und Ehrfurcht, je öfter und anhaltender sich das Nachdenken

damit beschäftigt: der bestirnte Himmel über mir und das moralische Gesetz in mir. Beide darf ich nicht als in Dunkelheiten verhüllt oder im Überschwenglichen, außer meinem Gefühlskreise, suchen und blos vermuten: ich sehe sie vor mir und verknüpfe sie unmittelbar mit dem Bewußtsein meiner Existenz. Das erste fängt von dem Platze an, den ich in der äußeren Sinnenwelt einnehme, und erweitert die Verknüpfung, darin ich stehe, ins unabsehlich Große mit Welten und Systemen von Systemen, überdies noch in grenzenlose Zeiten ihrer periodischen Bewegung, deren Anfang und Fortdauer. Das zweite fängt von meinem unsichtbaren Selbst, meiner Persönlichkeit, an und stellt mich in einer Welt dar, die wahre Unendlichkeit hat, aber nur dem Verstande spürbar ist, und mit welcher ich mich, nicht wie dort in bloß zufälliger, sondern allgemeiner und notwendiger Verknüpfung erkenne. Der erstere Anblick einer zahllosen Weltenmenge vernichtet gleichsam meine Wichtigkeit, als eines tierischen Geschöpfs, das die Materie, daraus es ward, dem Planeten wieder zurückgeben muß, nachdem es eine kurze Zeit mit Lebenskraft versehen gewesen. Der zweite erhebt dagegen meinen Wert, als einer Intelligenz, unendlich, durch meine Persönlichkeit, in welcher das moralische Gesetz mir ein von der Tierheit und selbst von der ganzen Sinnenwelt unabhängiges Leben offenbart."

Es ist das Eigentümliche des Gegensatzes zwischen dieser Philosophie Kants und jeder monistischen Naturphilosophie, daß er sich nicht auf wissenschaftlichem Wege ausgleichen läßt. Das Schwergewicht des Gegensatzes liegt offenbar in der Auffassung der Ethik, aber nicht in der Form der aufgestellten ethischen Grundsätze, sondern in der Art ihrer Begründung. Hier aber wird der Monismus stets Kants Methode für unwissenschaftlich halten, obwohl sie mit seiner ganzen übrigen Denkweise aufs innigste verknüpft ist, während Kant in der monistisch begründeten

Ethik überhaupt keine Sittenlehre, sondern nur Regeln zu praktischer Lebensklugheit anerkennen würde. Hier stehen zwei gänzlich verschiedene Weltanschauungen einander gegenüber; nicht die Wissenschaft, nur das Leben selbst kann zwischen ihnen entscheiden, indem hier allein sich zeigt, welche Denkweise uns am meisten befähigt, die großen Kulturaufgaben der Menschheit zu fördern und auszubauen. Die eine stützt sich ganz auf das Wissen und die Sicherheit unserer Kenntnisse, die andere dagegen stellt in die Mitte all ihres Denkens die Würde menschlicher Persönlichkeit, alles Wissen ist ihr notwendig unvollkommen, da es dieser nie völlig gerecht werden kann. H. St. Chamberlain hat für diese Gegensätze die Bezeichnung der semitisch-römischen einerseits, der germanischen Weltanschauung andrerseits gefunden. Gleichgültig, ob man die historische Berechtigung dieser Bezeichnung anerkennt oder nicht, der Gegensatz ist vorhanden und spielt bis ins innerste Leben der Wissenschaft hinein, und dieser Gegensatz ist unüberbrückbar. Nur die Erfolge, die aus jeder dieser Richtungen hervorwachsen, können den Sieg der einen über die andere entscheiden.

Wir könnten hier schließen, denn wir sind an der Grenze dessen, was Philosophie überhaupt zu leisten vermag. Doch bleibt, wie bereits in der ersten Vorlesung angedeutet wurde, noch eine dritte Frage, über die das Menschengemüt nicht hinwegkommt: Was darf ich hoffen? Es ist dies die Frage nach der Bedeutung und Berechtigung von Religion und Gottesglauben. Auch diese Frage kann vom Monismus nur auf das Wissen gestützt werden; da all unser Wissen sich aber nur auf die Natur bezieht, so kann für den Monismus ein Glaube an einen Gott, der außer, über oder jenseit der Natur steht, keinen Sinn haben. Daher ist es von Häckel und seinen Anhängern auch nur konsequent, wenn sie jede Religion im hergebrachten Sinne für einen

Irrtum halten und in ihrer Naturphilosophie die Religion der Zukunft erblicken.

Anders liegt es bei der Denkweise Kants. Auch hier muß man freilich, wenn man die drei Grundprobleme, denen die drei Kritiken gewidmet sind, durchgedacht hat, eingestehen, daß keine Philosophie oder sonstige Wissenschaft uns irgend ein Wissen von Gott vermitteln kann. Jegliches Wissen hört hier auf; alle Versuche, das Dasein eines Gottes mit wissenschaftlichen Gründen zu beweisen, führen stets zu mißbräuchlicher Anwendung unserer Begriffe und sind daher Trugschlüsse. Sie laufen alle auf die Behauptung hinaus: ich kann es mir nicht anders denken, also muß es so sein. Tatsächlich können die verschiedenen Menschen sich sehr verschiedenes denken, deswegen verstehen sie sich in diesen Schlüssen gegenseitig niemals vollständig und können sich auf diesem Wege nicht überzeugen.

Für die Denkweise Kants hat der Glaube an einen Gott aber einen anderen, tieferen Sinn, auch ohne irgend welches Wissen. Hier wird gefordert, daß die menschliche Persönlichkeit unter allen Umständen in ihrer Würde erhalten wird, daß sie niemals weggeworfen wird zum Spielball bloßer Naturtriebe, daß wir nie vergessen, daß wir als Menschen uns über die Tierheit erheben können und sollen. Der Mensch ist ein Teil des Alls, und wird daher mit umfaßt von der einen großen Gesetzmäßigkeit, die das All beherrscht und an die wir glauben; aber der Mensch ist derjenige Teil, dem jenes Gesetz vorschreibt, seine Vollendung darin zu finden, in all seinem Handeln und Schaffen nur durch sich selbst bestimmend zu sein. Wenn wir unfähig sind, diese Tatsache der Selbstbestimmung nach naturwissenschaftlich gefundenen Gesetzen zu begreifen, so liegt das nur an der Methode der Naturwissenschaft, die niemals ihre Aufgabe vollständig lösen kann, infolge der ihr allein zugänglichen Mittel.

Je ernster diese Aufgabe ergriffen wird, desto mehr können die Zweifel kommen, ob es dauernd möglich ist, einem solchen Ideale treu zu bleiben, ob der ewige Zwiespalt in unserem Herzen uns nicht ermüden wird und wir doch schließlich der Natur in uns unterliegen. Hier ist der Punkt, wo es sich zeigt, ob Religion einen Sinn hat. Ist der Glaube an einen Gott imstande, uns immer aufs neue zu stärken im treuen Ausharren in den als Recht erkannten Pflichten gegen uns und gegen die Menschheit, dann hat auch dieser Glaube einen Wert, und wir dürfen hoffen, daß dieser Glaube, der nicht zweifelt, sondern dessen Kraft erlebt wird, auf einer Wirklichkeit beruht, die wir zwar nie zu begreifen vermögen.

Wer solchen Glauben erleben kann, für den ist es dann auch leicht, eine Fülle von Bestätigungen rings herum im Leben zu sehen. Zahlreiche Forscher werden nicht müde zu bekennen, daß sie in den Tausenden von Wundern, die die Natur dem sehenden Auge offenbart, die sichtbare Wirkung eines Gottes anstaunen. Aber freilich um diese Wunder zu sehen, muß schon der Glaube vorhergehen; wer einmal den Glauben abgestreift hat und dem Wissen allein sich hingegeben, der wird hierdurch nicht mehr überzeugt. Ueberzeugender wirken die Tatsachen der Menschheitsgeschichte. Wenn wir uns fragen, welche Männer unseres Volkes haben wirklich uns einen Schritt weiter gebracht, welchen sind wir zu großem Danke verpflichtet, und welche Bedeutung hat für diese Männer ihr Glaube gehabt, dann können wir wohl erkennen, welche Macht im Menschenleben ein rechter Glaube auszuüben vermag. Denken wir nur an unsere nächste Geschichte: den alten Kaiser Wilhelm, Bismarck, Freiherr von Stein, Ernst Moritz Arndt, Scharnhorst, Schiller, Goethe; was bleibt von ihren Persönlichkeiten, wenn wir die Religion aus ihrem Leben fortstreichen wollen? Was war dagegen Napoleon I.?

Wirkung und Wert der Religion darf aber nicht daran gemessen werden, was geglaubt wird, denn das hängt rein von äußeren Verhältnissen der Erziehung und des zufällig Gelernten ab, und hat keine Bedeutung, da niemand sagen kann, daß sein Glaube richtiger ist als ein anderer; aller Wert liegt in dem, wie geglaubt wird, d. h. ob der Glaube die Wirkung hat, den Wert des Menschen zu heben, ihn in Treue und Pflichterfüllung zu stärken und zu fördern, denn das allein rechtfertigt ihn. Das Beispiel allein belebt den Glauben, die Lehre von irgend etwas Gewissem oder einer Verheißung erkaltet ihn. Das größte Beispiel hierfür in der Geschichte hat uns Christus gegeben; seine Worte und sein Leben wirken daher durch alle Jahrtausende fort. Selbst unser Wissen von Christus und die möglichst historische Kenntnis seines Wirkens vermag nicht den Glauben selbst zu stärken. Die uns als seine Worte überlieferten Lehren beweisen allein schon, daß einmal ein Mensch gelebt hat, in dem das höchste Ideal von Liebe, Güte und Treue uns als Vorbild erschienen ist. Mag immerhin ein Kranz von Sagen und Mythen um ihn sich gebildet haben — ein jedes Volk verklärt und verherrlicht seine Helden — die Bedeutung des Helden bleibt für das Volk die gleiche, so lange die Seele, die ihn zum Helden werden ließ, in ihrer Reinheit und Machtfülle sich in den Sagen wiederspiegelt.

Wenn zaghafte Gemüter immer wieder fragen: Was wissen wir wirklich von Gott und von Christus? Sollte man nicht alle Zaghaftigkeit niederschlagen können und sagen: Muß es denn immer wieder geschehen, daß wir dort, wo wir die größte Gewißheit uns wünschen, uns auf den unsicheren Boden menschlichen Wissens stützen wollen? Können wir uns nicht zusammenschließen und aufraffen zu den Worten:

„Ich weiß nicht, wie es möglich ist, daß die Stimme des Gewissens mir allezeit das höchste Gesetz sein soll und kann; hilf Du mir, daß ich bei allem Suchen nach der Wahr-

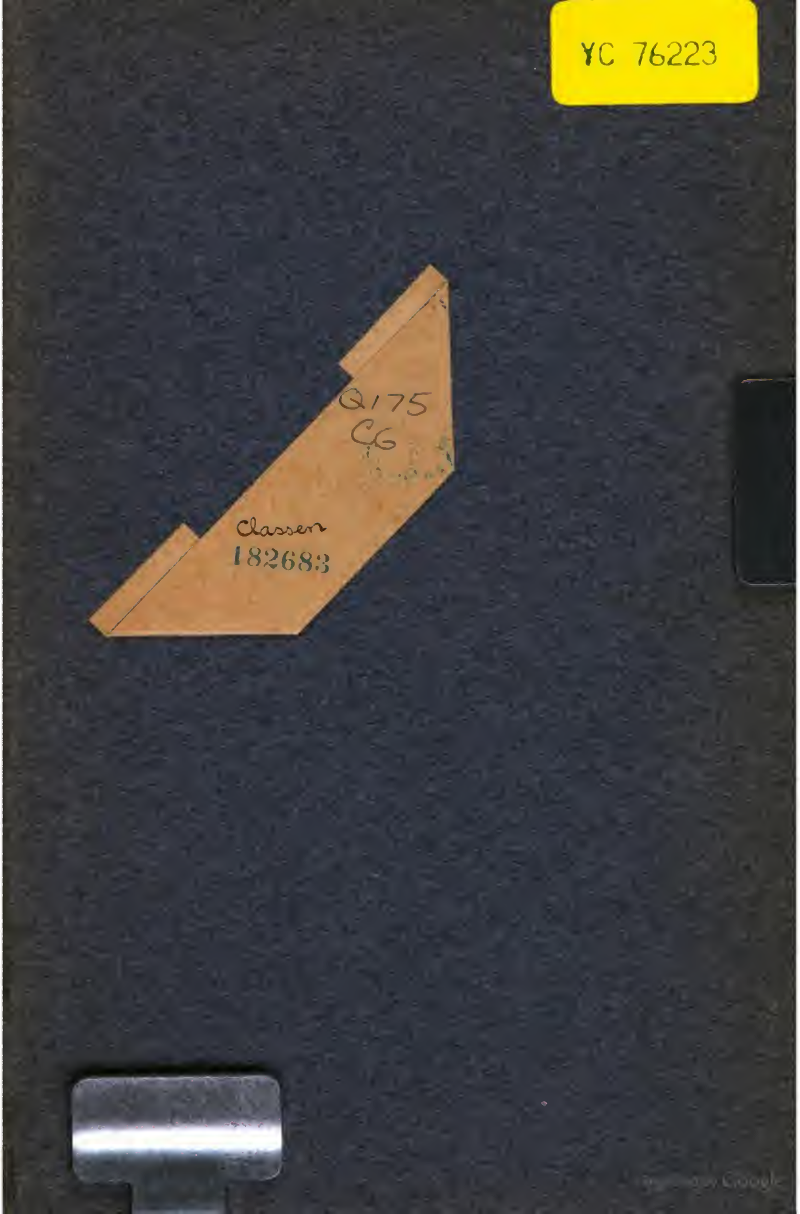
heit trotz aller Widersprüche die innere Stimme mir lauter und rein bewahre, daß mir heilig bleibe, was das Höchste ist; stets werde geheiligt Dein Name!

Und wenn ich es auch nicht ergründen kann, wie das moralische Gesetz zustande kommt, wenn ich niemals ganz lehren kann, wie es lautet, wie man es begreifen und einsehen kann, so hilf mir doch, daß ich nicht zweifelhaft werde an dem von Dir gegebenen Gesetz und daß ich allezeit wünschen und dazu helfen kann, daß Dein Reich komme.

Wenn ich auch oftmals dem Zweifel verfalle, ob ich noch im Rechten bin, und wenn ich dann verzagen will, daß es möglich sein soll, immer den Glauben an das Edle und Gute aufrecht zu erhalten, dann hilf mir, daß ich in Demut zu dem Wunsche mich beuge: Dein Wille geschehe!“



Gedruckt bei Paul Bendschneider, Hamburg, Steindamm 84.


YC 76223
Q175
C6
Classen
182683